

Tähtitornin uudelleenkäyttönoton suunnittelu

Diplomityö, joka on jätetty opinnäyttenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten

Espoossa 25.5.2015

Tekniikan kandidaatti Ville Saukko

Valvoja: Prof. Henrik Haggrén

Ohjaaja: Prof. Martin Vermeer

Tekijä Ville Saukko

Työn nimi Tähtitornin uudelleenkäyttöönnoton suunnittelu

Laitos Maankäyttötieteiden laitos

Professuuri Fotogrammetria ja kaukokartoitus

Professuurikoodi M3006

Työn valvoja Prof. Henrik Haggrén

Työn ohjaaja Prof. Martin Vermeer

Päivämäärä 25.05.2015

Sivumäärä 42

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tämän diplomityön tavoitteena on tutkia ja esitellä mahdollisia käyttötarkoituksia Otaniemessä Aalto-yliopiston tiloissa sijaitsevalle tähtitornille. Tähtitorni on poistunut vakituisesta käytöstä 1970-luvulla, kun tähtitieteen opettamisen tarve väheni GPS-paikannuksen korvattua tähtipaikannuksen pääasiallisena sijainnin määrityskeinona. Nyt tähtitornia ollaan professori Henrik Haggrénin toimesta ottamassa uudelleen käyttöön.

Tehtävien ehdotusten perusteiksi työssä on esitelty tieteen yleistajuistamisen ja popularisoinnin periaatteita, tutkittavan tähtitornin nykytila, muita tähtitorneja, LUMA-keskus sekä tähtitornilla aikoinaan tehdyn tähtipaikannuksen periaatteet.

Työn tuloksina on esitelty erilaisia käyttötarkoituksia, joihin tähtitorni voisi tulevaisuudessa soveltua. Tutkimuksen on tarkoitus toimia lähtökohtana tähtitorniprojektin jatkamiselle ja tuleville aiheeseen liittyville tutkimuksille.

Avainsanat Tähtitorni, Tieteen yleistajuistaminen, Tieteen popularisointi, Tähtipaikannus

Author Ville Saukko

Title of thesis Planning the reutilization of an observatory

Department Department of Real Estate, Planning and Geoinformatics

Professorship Photogrammetry and Remote sensing

Code of professorship M3006

Thesis supervisor Prof. Henrik Haggrén

Thesis advisor Prof. Martin Vermeer

Date 25.05.2015

Number of pages 42

Language Finnish

Abstract

The aim of this master's thesis is to research and present possible uses for an observatory located at Aalto university premises in Otaniemi. The observatory was decommissioned at 1970's when GPS replaced celestial navigation as the most important positioning method. The observatory is currently being reutilized and the project is coordinated by professor Henrik Haggrén.

To support suggestions presented in the results this thesis explains basics of science popularization, introduces the present state of the observatory in question, gives examples of other observatories, Introduces LUMA center and presents the fundamentals of celestial positioning that the observatory was originally used for.

The results present suggestions for uses that could be utilized in the observatory in the future. This thesis is meant to be used as a basis for continuing the project and as groundwork for future research on this subject.

Keywords Observatory, Science Popularization, Celestial navigation

Alkusanat

Opinnäytetyö, jota pitelet käsissäsi, on loppuhuipennus pitkään kestäneelle opiskelijaelämälle, joka on ottanut paljon ja antanut sitäkin enemmän. Tämän diplomityön teko kesti luvattoman kauan. Lopputulokseen ja erityisesti viimeisten viikkojen loppurutistukseen on kuitenkin oltava tyytyväinen. Uskoakseni työn alulle panija ja valvoja Henrik Haggrén on jo löytänyt sen sivuilta käyttökelpoista materiaalia tähtitorniprojektin edistämiseksi. Jos näin on, koen onnistuneeni työssäni.

Vuosien opiskelu on opettanut minulle paljon omasta alastani. Erityisesti sen, että tämä ala on todella minun omaalani. Samanhenkisiä opiskelukavereita ja kiinnostavia työpaikkoja on ilmaantunut eteeni jatkuvasti. Kyllä se äiti tiesi, mistä puhui, kun lukioaikoina ehdotti minulle geomatiikan opintoja Teknillisessä korkeakoulussa. Toivottavasti maanmittausala antaa jatkossakin kiinnostavia työtehtäviä ja innostavia haasteita.

Kiitokset ovat tärkeä osa esipuhetta ja niistä ensimmäiset kuuluvat työn valvojalle, joka on antanut työlle sisältöä kiinnostavien keskustelujen muodossa. Kiitos Henrik Haggrén! Jos näiden opiskeluvuosien suurimpia inspiraation lähteitä pitäisi nimetä, olisi työn ohjaamisesta vastannut Martin Vermeer yksi vahva ehdokas. Täydellinen omistautuminen alalle on saanut aikaan kunnioitusta ja välillä myös huvittuneita hetkiä. Kiitos niistä! Niin opiskelijan arjessa kuin tämän diplomityön teossa korvaamattomana tukena on ollut perheeni, jonka etunenässä äiti on jakanut viisauttaan aina kun sitä on tarvittu. Ilman rakkaita ystäviä nämäkin vuodet olisivat kuitenkin olleet vain opiskelua. Teekkarispeksi ja speksiläiset erityisesti ovat opettaneet elämästä ja elämistä. Kiitoksenne voitte etsiä näistä alkusanoista!

Espoossa 25.5.2015

Ville Saukko

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	2
2	Tieteen yleistajuistaminen ja popularisointi	4
2.1	Tieteen yleistajuistamisen lähtökohdat	5
2.2	Tieteen yleistajuistamisen periaatteet	8
2.3	Tiedekeskukset ja museot	10
2.4	Tieteen yleistajuistaminen Suomessa	15
3	Otaniemen tähtitorni	17
3.1	Yleisesittely	17
3.2	Laitteisto	18
4	Muut tähtitornit	19
4.1	Tähtitornit Suomessa	19
4.2	Tähtitornit ulkomailla	21
5	LUMA-keskus	22
6	Tähtipaikannus	24
6.1	Tausta	24
6.2	Käytännön toteutus	24
6.2.1	Leveyspiirin määrittäminen	25
6.2.2	Pituuspiirin määrittäminen	29
6.2.3	Tähtipaikannusharjoitus Otaniemen Tähtitornissa	30
7	Otaniemen tähtitornin tulevaisuus	31
7.1	Vertailu muihin tähtitorneihin	31
7.2	Tähtitorni opetuksessa	32
7.3	Tähtitornin esittely suurelle yleisölle	33
7.4	Yhteistyö muiden tahojen kanssa	34
7.5	Tieteen popularisoinnin ja yleistajuistamisen periaatteiden soveltaminen	35
8	Johtopäätökset	38

Kuvat

Kuva 1 Motivaatioita tieteen popularisoinnin ja yleistajuistamisen edistämiselle kaikissa maissa ja kehittyvissä maissa. (Cavalcanti & Persechini 2011)	7
Kuva 2 Tieteen yleistajuistamisen periaatteet	10
Kuva 3: Esimerkki ensimmäisen sukupolven tiedemuseosta, Ipswichin museo vuonna 1875 (http://en.wikipedia.org/wiki/Ipswich_Museum)	12
Kuva 4 Kolmannen sukupolven tiedekeskus, Liberty Science Center (lsc.org)	13
Kuva 5 Tiedekeskus Heureka ja sen planetaario (www.heureka.fi)	15
Kuva 6 Otaniemen tähtitorni Teknillisen Korkeakoulun päärakennuksen katolla (Nina Heiska, 2009)	17
Kuva 7 Yksinkertainen menetelmä leveyspiirin määrittämiseksi tähtipaikannuksessa. Taivaannapa P, Zeniittipiste Z, Meridiaanissa oleva tähti T (Heiskanen 1948)	26
Kuva 8 Horrebow-Talcottin menetelmä leveyspiirin määrittämiseksi tähtipaikannuksessa. (Heiskanen 1948)	28
Kuva 9: Tähtitornin mahdollisten käyttötarkoitusten ja huomioitavien asioiden koonti	37

1 Johdanto

Avaruuden tutkiminen on kiehtonut ihmistä jo ajoilta ennen ajanlaskun alkua. Pitkään havaintoja tehtiin vain paljain silmin, mutta 1600-luvulla keksitty kaukoputki mullisti avaruuden tutkimuksen. Sitten kaukoputket ovat kehittyneet huimasti ja avaruuden tutkimus on saanut aivan uusia ulottuvuuksia. Tähtitornit ja observatoriot ovat avaruustutkimuksen keskuspaikkoja, joissa nykyaikaisilla teleskoopeilla havainnoidaan avaruuden ilmiöitä. Käytössä olevista laitteista riippumatta keskeistä on kuitenkin, että ihmiset ovat edelleen kiinnostuneita maapallon ulkopuolisesta avaruudesta.

1.1 Tutkimuksen tausta

Teknillisessä korkeakoulussa ja nykyään Aalto-yliopistossa tähtitiede on liittynyt vahvasti maanmittausosaston opetukseen. Tähtitieteen sisällä maanmittausalalla oleellista on erityisesti tähtitieteellinen paikanmääritys eli oman sijainnin määrittäminen tähtien perusteella. Opetusta varten korkeakoulun päärakennuksen katolla on ollut käytössä tähtitorni, jossa tutkimusta ja opetusta on voitu suorittaa. GPS-paikannusmenetelmien kehittyttyä riittävän tarkoin tähtitieteellisen paikanmäärityksen merkitys on vähentynyt ja näin ollen myös tähtitieteen opetus maanmittausosastolla loppunut. Tähtitorni on 1970-luvulla jäänyt lähes käyttämättömäksi.

Tarvetta ja halua tähtitornin uusille käyttötarkoituksille on sekä Maankäyttötieteiden laitoksella, muualla Aalto-yliopiston sisällä että ulkopuolisilla henkilöillä. Muun muassa Jürgen Grönfors (2011) muistelee Maankäyttö-lehdessä nykYTEKNIKAN syrjäyttämiä paikannusmenetelmiä sekä niiden harjoittelua maanmittausosaston tähtitornissa ja peräänkuuluttaa myös näiden menetelmien opettamisen tärkeyttä, myös nykypäivän opiskelijoille.

Maankäyttötieteiden laitoksella tähtitornin uudelleenkäyttöönottoa on ajanut professori Henrik Haggren, jonka toimeksiannosta myös tämä diplomityö on syntynyt.

Kiinnostus tähtitiedettä kohtaan ei ole hävinnyt minnekään ja ihminen on aina luontaisesti kiinnostunut ympäröivästä maailmasta (Cavalcanti & Persechini 2011). Erityisesti tähtitieteessä harrastajilla on suuri merkitys. Vaikka harrastajien laitteet eivät ole yhtä tehokkaita kuin tutkijoiden käytössä olevat, harrastajilla on usein enemmän aikaa ja jaksamista tehdä havaintoja tähtitaivaan ilmiöistä. NykYTEKNIKAN avulla myös harrastajien tekemät havainnot saadaan tutkijoiden käyttöön. (Schilling & Christensen 2008)

Tähtitiedettä opetetaan edelleen Turun ja Helsingin yliopistoissa ja Aalto-yliopistossakin on vuodesta 2013 lähtien järjestetty tähtitieteestä kiinnostuneille kurssia nimeltä ”Astronomical View of the World”, jolla perehdytään monipuolisesti tähtitieteeseen. Kurssi on kerännyt yhteen opiskelijoita kaikista Aalto-yliopiston kouluista ja kurssilla tehdyt harjoitustyöt ovat olleet todella monialaisia. Aalto-yliopistossa on käynnissä myös Aalto 1- ja Aalto 2 –satelliittiprojektit, joiden tavoitteena on ollut kerätä yhteen aiheesta kiinnostuneita opiskelijoita ja tutkijoita ja rakentaa toimiva satelliitti. (Aalto 1 –projekti 2015; Aalto 2 –projekti 2015) Kysyntää tähtitieteen opiskelulle siis on.

Tähtitieteestä kiinnostuneita ihmisiä keräävät yhteen myös erilaiset yhdistykset, kuten tähtitieteellinen yhdistys Ursa sekä Aalto-yliopiston ylioppilaskunnan piirissä toimiva Pollux.

Cavalcanti ja Persechini (2011) viittaavat artikkelissaan UNESCO:n raporttiin, jossa todetaan, että informaation määrän nopea kasvu ja leviäminen ovat johtaneet siihen, että koulut eivät usein enää ole tiedon tutkimisen ja luomisen keskuksia, vaan muut julkiset ja yksityiset tahot ovat korvanneet ne tiedon tuottajina. Näin ollen epäformaali tieto on ohittamassa formaalin tiedon yhteiskunnan tärkeimpänä tietolähteenä. Tiedekeskuksilla ja vastaavilla tiedefoorumeilla onkin suuri merkitys.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän diplomityön tavoitteena on tutkia ja esitellä mahdollisuuksia käyttää Otaniemen tähtitornia tulevaisuudessa opetuksessa, suuren yleisön yleissivistämisessä, yliopiston ja maanmittausalan markkinoinnissa sekä koululaisten innostamisessa.

Tutkimuskysymyksenä on ”Miten Otaniemen tähtitornia voidaan käyttää tulevaisuudessa?”

Tieteen yleistajuistaminen on lähtökohtana useimmissa projekteissa, joissa yliopisto tutkimusta halutaan tuoda julkiseksi suurelle yleisölle. Tieteen yleistajuistamista on tehty niin kauan kuin on tehty tiedettäkin. Tiedemiehet Galileosta lähtien ovat pyrkineet vakuuttamaan suurta yleisöä tutkimustensa tuloksista. Siirryttäessä 1700-luvulle, tieteestä tuli myös viihdykettä yläluokkaiselle väestölle, erityisesti Euroopassa ja tiedemiesten tuloksia kerättiin myös kirjoiksi. (Massarani & Moreira, 2004) Tämän tutkimuksen luvussa 2 on esitelty lähtökohtia ja perusteita tieteen yleistajuistamiselle ja popularisoinnille. Esitellyt periaatteet toimivat tähtitornin uuden käytön suunnittelun perustana.

Luvussa 3 on esitelty tutkimuksen kohteena oleva tähtitorni ja sen laitteisto. Luvussa 4 on puolestaan esitelty muita Suomessa ja ulkomailla olevia tähtitorneja ja niiden käyttötarkoituksia. Tavoitteena on ollut löytää esimerkkejä, joiden perusteella voitaisiin miettiä myös Otaniemen tähtitornin käyttömahdollisuuksia.

Luvussa 5 on esitelty LUMA-keskus, joka on yliopistojen yhteydessä toimiva projekti, jonka tavoitteena on tuoda kiinnostavaa inspiroivaa opetusta peruskoulu- ja lukioikäisille koululaisille. Keskus on ollut kiinnostunut tähtitornista ja sen tarjoamista mahdollisuuksista.

Tähtitornilla on ennen käytöstä poistamista tehty muun muassa tähtipaikannusharjoituksia. Tähtipaikannus on tässä tutkimuksessa otettu esimerkiksi tehtävistä, joita tähtitornilla voidaan suorittaa ja joita sillä voidaan esitellä. Tähtipaikannuksen periaatteet on esitelty luvussa 6.

Luvussa 7 on käsitelty suunnitelmia ja ehdotuksia tähtitornin tulevasta käytöstä.

2 Tieteen yleistajuistaminen ja popularisointi

Tieteen yleistajuistamisella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa erityisesti prosessia, jossa tehdyn tieteellisen tutkimuksen tulokset esitetään siten, että ne ovat ymmärrettävissä myös, mikäli kuulija ei ole alan asiantuntija. Yleistajuistamista voidaan tehdä niin tieteen alaa täysin tuntemattomille kansalaisille, toisen tieteenalan asiantuntijoille kuin alan opiskelijoillekin. (Strellman & Vaattovaara 2013)

Prosessiin liittyy läheisesti myös tieteen popularisointi, jolla viitataan tutkimuksen tulosten tuomiseen suuren yleisön tietoisuuteen erilaisia viestintäkanavia pitkin. Lisäksi on oleellista myös kyseisen tutkimuksen yleistajuistaminen ennen sen laajempaa jakamista.

Tiedemuseoita syntyy paljon koko ajan ja tieteen popularisointi kiinnostaa tieteentekijöiden lisäksi rahoituslaitoksia ja mediaa. (Cavalcanti & Persechini 2011)

Jensen (2010) toteaa, että tieteen yleistajuistamisen tärkeys on tiedepiireissä yleisesti hyväksytty, mutta käytännön toimet sen edistämiseksi eivät aina ole itsestään selviä. On toki paljon tieteentekijöitä, jotka mielellään jäsentävät, yksinkertaistavat ja esittelevät omaa tutkimustaan, mutta monelle tutkijalle tärkeintä on itse tutkiminen, kun taas tutkimuksesta kertominen ulkopuolisille hoidetaan pakollisena pahana muun työn ohella. (Jensen 2010)

Tieteen yleistajuistamisesta ei kuitenkaan pidä nähdä vain yksisuuntaisena tiedonsiirtokanavana tutkijalta suurelle yleisölle, vaan myös kuulijoiden mahdollisuutena osallistua, tuoda omia näkemyksiään esille ja kyseenalaistaa tuotettu tieto. (Myers 2003; Massarani & Moreira 2004)

Tässä luvussa esitellään tieteen yleistajuistamisen ja popularisoinnin perusteita, joita voidaan soveltaa tutkimuksen kohteena olevan tähtitornin jatkokäyttöä suunniteltaessa. Luvussa 2.1 on esitelty lähtökohdat, joista tieteen yleistajuistamista lähdetään tekemään. Luvussa 2.2 on

esitelty periaatteita, joihin tieteen yleistajuistaminen ja popularisointi voidaan perustaa. Luvussa 2.3 on esitelty tiedekeskusten ja museoiden toimintaa ja luvussa 2.4 on esitelty tieteen yleistajuistamiseen ja popularisointiin liittyviä erityispiirteitä Suomessa.

2.1 Tieteen yleistajuistamisen lähtökohdat

Ihminen on luontaisesti utelias ja popularisoidulle ja yleistajuistetulle tieteelle löytyy aina kysyntää ja kiinnostuneita kuulijoita (Cavalcanti & Persechini 2011). Tieteen laadukas yleistajuistaminen auttaa yhteiskuntaa niin koulutuksessa, päätöksen teossa että myös yleisen kansanterveyden ylläpitämisessä, silti voidaan sanoa, että yleisin motivaatio tieteen popularisoinnille on tieteen tuominen lähelle ihmisiä ja tieteen demystifiointi.

Tieteen yleistajuistamisen lähtökohtana voidaan ajatella olevan vuoden 2009 yliopistolaki ja ote sen 2. pykälästä (Strellman & Vaattovaara 2013):

Tehtäviään hoitaessaan yliopistojen tulee edistää elinikäistä oppimista, toimia vuorovaikutuksessa muun yhteiskunnan kanssa sekä edistää tutkimustulosten ja taiteellisen toiminnan yhteiskunnallista vaikuttavuutta. (Yliopistolaki, 2009)

Yliopiston ja sen tutkijoiden olisi kyettävä kertomaan tutkimustensa tuloksista myös muulle yhteiskunnalle erityisesti, mikäli tulokset ovat merkittäviä. Tässä yhteydessä tehtävän yleistajuistamisen vaikuttavuutta on kuitenkin vaikea mitata. Yleistajuistaminen on kuitenkin eittämättä tärkeää ja sen vaikutukset merkittäviä. Se ei ole tärkeää pelkästään oppimisen kannalta vaan myös esimerkiksi poliittisten päätösten tueksi tai tiedekeskusten näyttelykohteiden esittelemisessä. (Mustajoki 2013)

Tieteen popularisoinnin kannalta on huomion arvoista, että siinä missä tieteellisissä yhteyksissä esitellään uutta ja tuoretta tutkimustietoa, tiedeyhteisön ulkopuolella ollaan usein kiinnostuneita myös vanhemmasta tieteellisestä tiedosta, joka mahdollisesti esitellään uudella tavalla tai uudessa yhteydessä. Tiedeyhteisössä myös painotetaan vahvasti sitä, kuka tiedon on tuottanut, mikä taas laajalle yleisölle on harvoin merkityksellistä. (Mustajoki 2013)

Nykypäivänä tutkijat ovat tyypillisesti keskittyneitä hyvin kapeaan osa-alueeseen oman tieteenalansa sisällä. Näin ollen yleistajuistamista vaaditaan paljon myös tieteenalojen sisällä ja tuoreimman tieteellisen tiedon tuominen suuren yleisön tietoon saattaa olla hyvinkin vaikeaa, kun asian ymmärtämiseksi tarvitaan yleistajuistamisesta huolimatta paljon alaan liittyvää pohjatietoa. Toisaalta useimpien tutkijoiden luonteeseen kuuluu, että he ovat erityisen intoissaan, mikäli joku on kiinnostunut heidän tutkimastaan aiheesta. Tutkija on tällöin todennäköisesti myös motivoitunut selittämään tutkimustaan kiinnostuneelle yleisölle ja saamaan heidät ymmärtämään tutkimuksensa sisällön. (Strellman & Vaattovaara, 2013)

Ranskassa seurattiin vuosina 2004-2009 yli 7000 tutkijan popularisointiaktiivisuutta. Tutkimuksessa havaittiin muun muassa naisten olevan tyypillisesti miehiä aktiivisempia popularisoimaan tutkimustensa tuloksia. Samalla havaittiin, että sosiaalisten tieteiden tutkijat ovat keskimäärin muita tutkijoita aktiivisempia tutkimustensa julki tuomisessa. Nämä havainnot linkittyvät tutkimuksen tekijöiden mukaan selkeästi, kun tiedetään, että sosiaalisilla tutkimusaloilla on muita aloja enemmän naisia. Tämän tutkimuksen perusteella on kuitenkin vaikea sanoa, johtuuko trendi nimenomaan naisten aktiivisuudesta vai sosiaalisen alan aktiivisuudesta. Tutkijan iällä ei tutkimuksessa havaittu olevan merkittävää vaikutusta popularisointiaktiivisuuteen. Tutkimuksessa havaittiin myös, että tieteen popularisointiin vaikuttavat vahvasti myös ulkopuoliset vaatimukset. Kun jokin aihe on yhteiskunnassa pinnalla, myös aiheen tutkijoilta vaaditaan vahvemmin kansantajuista tietoa heidän työstään. Tässä tapauksessa tutkimuksen toteutuksen aikana nanoteknologioita tutkittiin paljon ja tutkimuksia rahoitettiin laajalti, mikä näkyy selvästi myös sen alan tutkijoiden aktiivisuudessa tuoda oman työnsä tuloksia julki. Tutkimuksessa havaittiin myös, että aktiivista popularisointia tekevät tutkijat pärjäsivät paremmin myös vertailtaessa akateemisia saavutuksia, kuten julkaisujen määrää ja h-indeksejä (Jensen 2010)

Cavalcanti ja Persechini (2011) ovat artikkelissaan listanneet syitä, miksi tieteen popularisoinnin ja yleistajuistamisen edistäminen on tärkeää (Taulukko 1). Syyt on eritelty erikseen kaikissa maissa päteviin syihin sekä syihin, jotka ovat tärkeitä erityisesti kehittyvissä maissa. Taulukko osoittaa, että tieteen popularisointi liittyy hyvin monenlaisiin tilanteisiin yhteiskunnassa ja että popularisointi on tärkeää kaikilla tieteenaloilla. Popularisoinnilla voidaan

edistää sekä kevyempiä asioita, kuten kiinnostavia vapaa-ajanviettotapoja, että tärkeämpiä asioita, kuten yleistä terveystietoutta.

Kaikki maat	Kehittyvät maat
Tieteen saavutusten julkituominen	Tieteen tärkeyden ja tieteellisen kulttuurin julkituominen
Uusien kykyjen houkuttelu tieteellisille aloille	Yleisen terveyden parantaminen
Yleisen tiedeymmärryksen lisääminen	Julkisten terveyskampanjoiden tukeminen
Viihteellinen toiminta ja kulttuurin edistäminen	Opettajien opettaminen
Tieteentekemisen edistäminen, rahoituksen hankkiminen ja lakimuutokset	Kansalaisuuden muodostumisen tukeminen
Kansallisten kysymysten, kuten ydinvoiman tai geenimuunnellun ruoan, tieteellisen taustan avaaminen	Mystiikan ja taikauskon vähentäminen
Ihmisten uteliaisuuden tyydyttäminen	Puutteellisen virallisen koulutusjärjestelmän tukeminen
Tieteellisen rahoituksen oikeuttaminen	Julkisen rahoituksen kautta saadun hyödyn tuominen kansalaisille
Tieteentekijöiden ja yhteiskunnan välisen keskustelun mahdollistaminen	Yhteiskunnan todellisen tilanteen avaaminen tieteentekijöille

Kuva 1 Motivaatioita tieteen popularisoinnin ja yleistajuistamisen edistämiseksi kaikissa maissa ja kehittyvissä maissa. (Cavalcanti & Persechini 2011)

2.2 Tieteen yleistajuistamisen periaatteet

Tiedettä yleistajuistettaessa voidaan lähteä siitä ajatuksesta, että täysin ymmärrettävää, kansantajuista ja populaaria tekstiä on käytännössä mahdoton tehdä. Yksikään kirjoitus ei ole sellainen, että joka ikinen ihminen ymmärtäisi sen sisällön (Rahtu 2013). On siis tärkeä ottaa huomioon, minkälainen on se yleisö, jolle tieteellinen aihe halutaan selvittää. On myös selvitettävä minkälaisella lähestymistavalla asiaa käsitellään. Sisältölähtöisessä lähestymisessä asia selitetään tarkasti ja yksityiskohtaisesti oikeaa termistöä käyttäen, jotta kuulijan olisi helppo muodostaa kuva myös ilman kattavaa pohjatietoutta. Oppimislähtöisessä lähestymisessä etsitään tapoja, joilla kuulija oppii ja pystyy sisäistämään asian parhaiten. Lähestymistavassa voidaan ottaa huomioon myös erilaiset tavat lukea tuotettua julkaisua. Osa kohdeyleisöstä vain selailee tekstin läpi, osa keskittyy kuviin ja kuvateksteihin ja osa syventyy itse leipätekstiin. (Nevgi 2013) Myös erilaisista kulttuureista tulevat kuulijat vastaanottavat tietoa omalle kulttuurilleen tyypillisillä tavoilla, mikä on otettava huomioon yleisöön tutustuttaessa (Massarani & Moreira 2004). Oppimiseen ja siihen liittyvään yleistajuistamiseen kuuluu läheisesti myös ymmärryksen taso, joka kuulijan halutaan saavuttavan. Massarani ja Moreira antavat esimerkiksi eron sen välillä opetetaan, että Rooma on Italian pääkaupunki vai opetetaan käyttämään karttaa ja selvittämään sen avulla kaikkien maiden pääkaupungit. Eli yksittäisen tiedon sijaan panostetaan laajemman ymmärryksen luomiseen.

Yleisesti kaikenlaisessa kommunikaatiossa on tärkeää, että puhuja tai kirjoittaja kykenee sopeuttamaan tekstinsä tilanteeseen ja kuulijalle tai lukijalle, jolle se esitetään. Yksi syy, jonka takia tämä kuitenkin usein epäonnistuu, on yhteisen tietotaustan harha. Tällä tarkoitetaan sitä, että kuvittelemme helposti muut ihmiset tietotaustaltaan samanlaisiksi kuin itse olemme. (Mustajoki 2013).

Vaikka tietotaustojen erilaisuuden tiedostaisi, ei yleistajuistamisen onnistuminen silti ole itsestään selvää. Tämä voi johtua monenlaisista syistä. Vaikka käsiteltävän aiheen tuntisi tarkastikin, tiivistäminen ja yksinkertaistaminen vaatii silti omanlaistaan taitoa, jota tutkijalla ei aina ole mahdollisuutta, aikaa tai motivaatiota harjoitella. Varsinkin muille tieteentekijöille esiinnyttäessä tutkijalla saattaa helposti ilmetä myös tarve todistella osaamistaan ja osoittaa

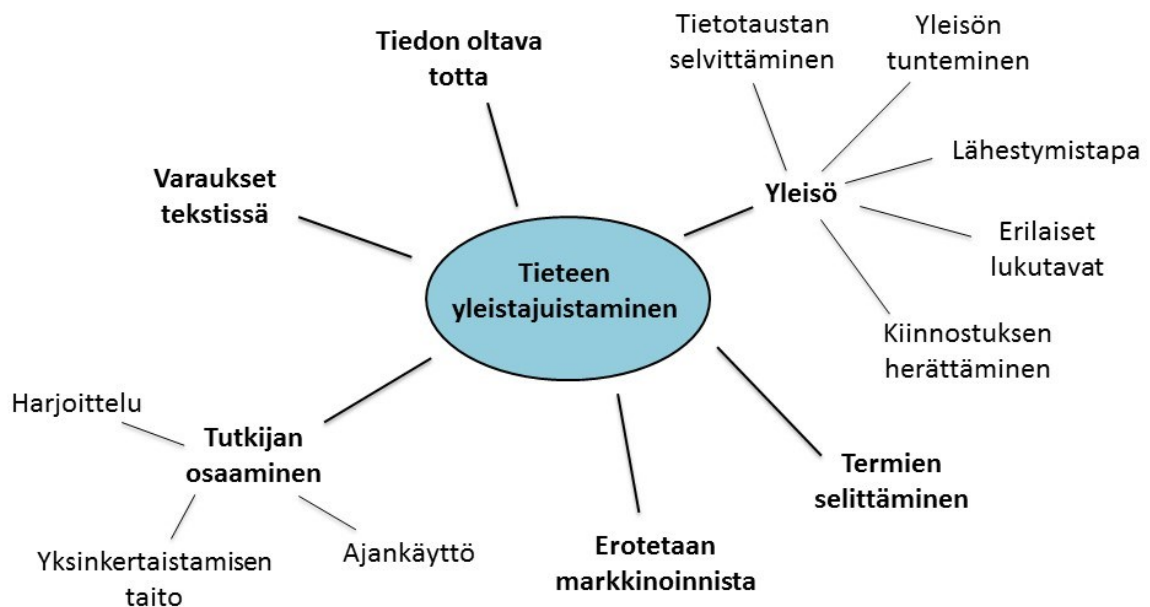
omaa oppineisuuttaan. Tutkijalla saattaa helposti myös hämärtyä käsitys maallikoiden tietotasosta, kun itse viettää aikaa oman tutkimusaiheensa ja oman alan muiden tutkijoiden parissa jatkuvasti. Myös ajan puute niin esitystä valmisteltaessa tai esittelytilaisuudessa saattavat vaikeuttaa aiheen yleistajuttavuutta. Lopulta vaikka tutkija olisi saanut aiheensa esitettyä erittäin selkeästi ja yleistajuisesti, kuulijan vastaanottokyky saattaa silti olla riittämätön aiheen omaksumiseen. (Mustajoki 2013)

Yksi keskeisistä asioista tieteen yleistajuistamisessa on käytettävien termien selittäminen yleistajuisesti. On myös tärkeää huomioida, että oman alan termit saattavat merkitä toisella alalla eri asioita. (Strellman 2013)

Yleistajuistamiseen liittyy vahvasti myös yleisön kiinnostuksen herättäminen. Kuulija haluaa tietää, miksi esiteltävä aihe on tärkeä, minkälaiseen kontekstiin se kuuluu, mihin sitä käytetään tai on käytetty ja erityisesti, miksi kuulijalle on tärkeää tietää asiasta (Jakobsson & Davidsson 2012).

Yleistajuistetulle tekstille tyypillistä on, että siinä käytetään erilaisia varauksia, yleistyksiä ja vertauksia, joilla tuodaan esille tekstin popularisoitu luonne. Esimerkiksi ilmaisut käytännössä katsoen, yleensä, erittäin harvoin, periaatteessa, miljoonia vuosia sitten sekä muut pyöristetyt luvut pyrkivät välittämään lukijalle käsityksen, että teksti ei pyri luonnontieteelliseen täsmällisyyteen tai ota kantaa tieteen kiistakysymyksiin. Teksti on tällaisessa tapauksessa tarkoitettu asiasta kiinnostuneille maallikoille ja sen tavoitteena on esittää monimutkaisia asioita helposti ymmärrettävässä muodossa. On kuitenkin erittäin tärkeää, että tällaisessakin tekstissä kaikki annetut faktat ovat tosia, eikä yleistajuistaminen ole muuttanut asian varsinaista sisältöä. Yleistajuistettukaan tieteellinen teksti ei sisällä mielipiteitä. (Rahtu 2013) Yliopiston tuottaessa popularisoitua materiaalia on yleistajuistamisen ja yliopiston markkinoinnin ero huomioitava. Esimerkiksi tulosten liioittelu ja omien tieteellisten saavutusten ansioon korostaminen eivät kuulu popularisoituun tiedeviestintään. Myös popularisoidun tieteen tekemisen on pysyttävä puolueettomana ja riippumattomana. (Varantola 2013)

Luvussa käsiteltyt yleistajuistamisen periaatteet on koottu kuvaan 2



Kuva 2 Tieteen yleistajuistamisen periaatteet

2.3 Tiedekeskukset ja museot

Yliopistojen lisäksi eri tieteenalojen saavutusten esittely suurelle yleisölle kuuluu vahvasti myös tiedekeskuksille ja museoille. Niissä jokainen kiinnostunut pääsee tutustumaan luonnonilmiöihin, ihmiskunnan teknisiin saavutuksiin, mielenkiintoisiin tutkimusaiheisiin ja muihin tieteen ilmiöihin. Monet tiedekeskusten näyttelyissä toimivat tieteen yleistajuistamisen ja esittelemisen keinot voivat toimia lähtökohtana myös muissa yleisölle tuotavissa projekteissa, kuten tämän tutkimuksen kohteena olevan tähtitornin esittelemisessä.

Vuonna 1998 tehdyssä tutkimuksessa haastateltiin 1400 tutkijaa, joista 76 prosenttia mainitsi tiedekeskusvierailut yhtenä tärkeänä osa-alueena, kun tarkastellaan tekijöitä, jotka saavat

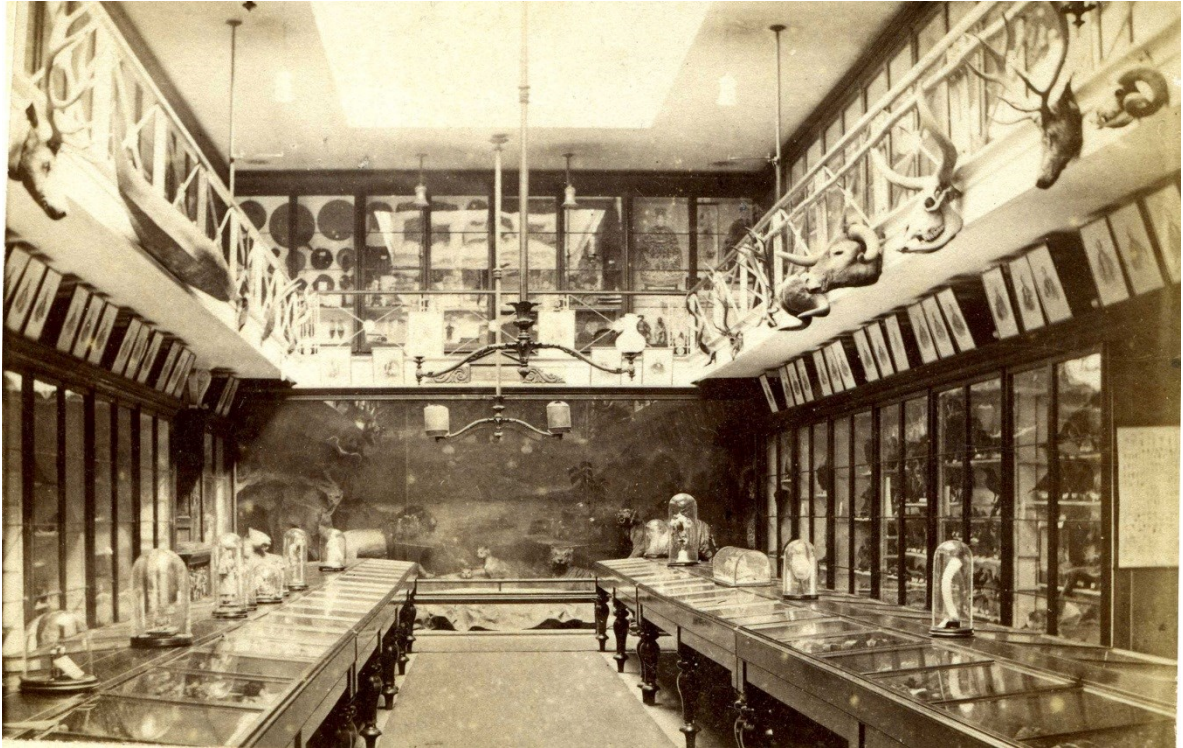
lapset kiinnostumaan tieteestä (Friedman 2010). Myös muut koulujen ulkopuoliset epäviralliset tekijät, kuten lelut, media ja kotona tehdyt tiedekokeilut saivat paljon mainintoja. Suurin yksittäinen tekijä olivat kuitenkin vanhemmat ja opettajat. Kaiken kaikkiaan epävirallisten oppimisympäristöjen tärkeys on huomattu monessa yhteydessä, kuten National Research Councilin vuonna 2009 tekemässä raportissa, jossa korostettiin muun muassa eläintarhojen, akvaarioiden ja museoiden merkitystä ihmisten oppimisessa (Yoon et al. 2012) Tämän tyyppisissä epävirallisissa oppimistilanteissa korostuu myös mahdollisuus keskustella toisten vierailijoiden tai henkilökunnan kanssa parhaan mahdollisen oppimiskokemuksen saamiseksi (Jakobsson & Davidsson 2012)

Nykypäivänä entisaikojen museot ovat yhä enemmän kehittyneet tutkimus- ja arkistointipainotteisista tahoista tiedekeskuksiksi, joissa mielenkiintoinen aineisto tuodaan suuren yleisön nähtäville. Pelkistä näyttelyesineistä on siirrytty interaktiivisiin kohteisiin, joita yleisö saa katsomisen lisäksi myös koskea ja kokeilla (Cavalcanti & Persechini 2011). Myös tiedekeskusten määrä on kasvanut viime vuosikymmeninä huomasti. Esimerkiksi vuonna 1973 pohjois-amerikkalaiseen Association of Science-Technology Centers –järjestöön (ASTC) kuului 24 tiedemuseota. Vuonna 2010 ASTC:ssä oli mukana jo 349 amerikkalaista tiedekeskusta ja –museota sekä 95 jäsentä muista maista. Vuonna 2009 järjestö arvioi, että sen piiriin kuuluvissa tiedekeskuksissa kävi noin 82 miljoonaa kävijää. Myös muualla maailmassa tiedekeskusten määrä on kasvussa ja niissä käy yhä enemmän vierailijoita. (Friedman 2010)

Erityisen arvokkaita tiedekeskusten tarjoamat käytännönläheiset oppimismahdollisuudet ovat maissa, joissa resurssien vähyyden takia koulut pystyvät tarjoamaan lähinnä teoriaopetusta, kuten Brasiliassa sekä maissa, joissa iso osa väestöstä ei saa formaalia koulutusta lainkaan tai vain vähän (Cavalcanti & Persechini 2011).

Tiedemuseoiden kehitystä arvioivassa artikkelissaan Friedman (2010) jakaa tiedekeskukset ja –museot kolmeen sukupolveen. Ensimmäisen sukupolven tiedemuseot keskittyivät näyttelykohteiden keräämiseen, säilyttämiseen ja tutkimiseen. Tarkoitus oli edistää tieteellistä tutkimusta. Samalla kuitenkin annettiin yleisölle mahdollisuus tulla katsomaan museoon kerättyjä kohteita. Kohteita ei kuitenkaan erityisesti esitelty tai opastettu, vaan niistä saatava hyöty riippui vahvasti vieraan omasta oppineisuudesta. Ensimmäiset tiedemuseot perustettiin

1700-luvun loppupuolella. Näiden tiedemuseoiden näyttelyiden tyypillinen asettelu on esitelty kuvassa 3. Näyttelyesineet oli aseteltu vitriineihin ja niissä harvoin oli edes selittävää tekstiä.



Kuva 3: Esimerkki ensimmäisen sukupolven tiedemuseosta, Ipswichin museo vuonna 1875 (http://en.wikipedia.org/wiki/Ipswich_Museum)

1900-luvun alussa tiedemuseoiden toinen sukupolvi alkoi muokata museoiden keskeistä tehtävää enemmän yleissivistävään suuntaan. Enää ei keskitytty pelkästään arvokkaiden näyttelykohteiden arkistointiin ja tutkimiseen vaan yhä enemmän myös tiedon jakamiseen museoyleisölle. Näyttelyt kuitenkin säilyttivät pääosin perinteisen muotonsa ja vielä 1970-luvulla oli harvinaista löytää museoesineitä, joita sai itse koskea ja kokeilla.

Kolmas tiedemuseoiden sukupolvi alkoi Friedmanin mukaan vuonna 1937 Palais de la Découverten perustamisella. Kyseisen museon päätarkoituksena oli kansalaisten yleissivistäminen. Palaisia ei myöskään enää kutsuttu museoksi. Voidaankin ajatella, että kolmannen sukupolven tiedemuseot ovat varsinaisesti tiedekeskuksia. Näille tiedekeskuksille on tyypillistä vaihtelevat näyttelyt ja varsinaisten museokokoelmien puuttuminen. Myös siinä missä perinteisemmät museot usein painottavat kokoelmansa ainutlaatuisuutta, tiedekeskuks

usein kopioivat ja lainaavat toimiviksi havaittuja näyttelyitä toisilleen ja tekevät muutenkin paljon yhteistyötä. Kolmannen sukupolven tiedekeskuksissa keskiössä ovat käytännönläheiset, interaktiiviset ja havainnollistavat näyttelykohteet, kuten kuvassa 4 on esitetty. Näissä tiedekeskuksissa näyttelyiden suunnittelu on ensiarvoisen tärkeää. Vierailija menettää herkästi mielenkiintonsa, jos näyttelykohde on huonosti suunniteltu tai ei toimi ollenkaan.



Kuva 4 Kolmannen sukupolven tiedekeskus, Liberty Science Center (*lsc.org*)

Nykypäivänä tiedekeskuksiin ja niiden näyttelykohteisiin panostetaan paljon. Uusia tapoja tehdä kohteista helposti lähestyttäviä, havainnollistavia ja kiinnostavia kehitetään koko ajan hyväksi käyttäen myös uusina tekniikkaa. Esimerkiksi Ma, Liao, Ma ja Frazier (2012) ovat tutkineet erilaisia keinoja visualisoida informaatiota museoiden ja tiedekeskusten vierailijoille. Visualisointi mahdollistaa suurten datasettien havainnollistamisen ja analysoinnin. Lähtökohtana heillä on ollut useampi tekijä, jotka tyypillisesti tekevät museokohteiden suunnittelusta haastavaa. Ensinnäkin museovieraat ovat tutustumassa kohteisiin vapaaehtoisesti, joten heidän mielenkiintonsa on herätettävä jollain tavalla tai vieras saattaa sivuuttaa kohteen jopa kokonaan. Joka tapauksessa yhden näyttelykohteen tutkimiseen käytetty aika on tyypillisesti alle minuutin. Lisäksi museovieraiden tietotaso sekä tieteenalan että visualisointimenetelmien tuntemuksessa vaihtelee runsaasti. Kehitetyssä Living Liquid –visualisointimenetelmässä pyrittiin erityisesti tuomaan ensimmäisenä esille tärkeimmät asiat, jotka vieraalle haluttiin jäävän mieleen. Lisäksi näkymään sisällytettiin mahdollisimman paljon taustatietoa

aiheesta. Vieraalle pyrittiin ensisijaisesti antamaan ymmärrys aiheen tärkeimmistä konsepteista, jopa tieteellisen tarkkuuden kustannuksella. Viimeisimpänä suuria datamääriä pyrittiin jakamaan siten, että tottumaton museovieras pääsi pikkuhiljaa käsiksi monimutkaisempiin visualisointeihin ja tarkempiin analyysihin.

Yoon, et al.(2012) puolestaan ovat tutkineet lisätyn todellisuuden käyttöä tiedekeskusten näyttelykohteissa. Aiemmin on saatu hyviä tuloksia muun muassa näkö- ja kuulovammaisille tarkoitetuista museokäyntiä helpottavista laitteista sekä RFID-sensoreista, joiden perusteella tehdyn paikannuksen avulla vieraille avattiin virtuaalista informaatiota heidän liikkuesssa museossa. Yoon ja muut havaitsivat, että lisätty todellisuus auttoi koehenkilöitä ymmärtämään näyttelykohteessa havainnollistettua ilmiötä. Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet tällaisessa käytössä ovat merkittäviä ja nykytekniikalla erilaisissa käyttötarkoituksissa käytännössä vain mielikuvitus on rajana.

Tiedekeskukset kohtaavat myös moni haasteita. Niiden tiedossa olevasta hyödyllisyydestä huolimatta näyttelyiden rahoituksen järjestäminen on monille tiedekeskuksille hankalaa. Lisäksi monille tiedekeskuksille on haasteellista tehdä näyttelyitä, jotka vastaava sekä suuren yleisön että koulumaailman tarpeisiin. (Friedman 2010)

Monet tiedekeskukset ovat laajentaneet tai laajentamassa toimintaansa internettiin ja monet keskukset pitävätkin yllä laajoja ja suosittuja tiedeaiheita käsitteleviä verkkosivuja (Friedman 2010). Toinen tapa tuoda tiedettä lähemmäs yleisöä on ottaa vierailijat mukaan tieteen tekemiseen. Muun muassa Cornell Lab of Ornithologyn koordinoimassa Pigeon Watch –projektissa kuka tahansa saattoi osallistua kyyhkyjen seurantaan ja raportoida tuloksia tutkijaryhmälle, jotka analysoivat tulokset (Pigeon Watch 2015). Tämän tyyppinen osallistaminen on omiaan lisäämään ihmisten kiinnostusta aiheeseen.

2.4 Tieteen yleistajuistaminen Suomessa

Suomessa tieteen tuominen tiedeyhteisön ulkopuolelle on verrattain helppoa yleisesti korkean yleissivistyksen ansioista. Kansanopistot, julkiset kirjastot ja toimiva koulutuslaitos ovat hyvä perusta tieteellisen tiedon julkistamiselle. Myös yliopistojen piirissä on panostettu vahvasti tiedottamiseen ja muille kuin yliopiston opiskelijoille avoimeen opetukseen, kuten yleisöluentoihin. Myös esimerkiksi vuonna 1954 aloitetut Tieteen päivät on kasvattanut suosiotaan siinä määrin, että alunperin viiden vuoden välein pidettäväksi suunniteltu tapahtuma pidetään nykyään kahden vuoden välein. (Tommila 2002)

Vuonna 1980 perustettiin Tieteen tiedotus ry, joka nykypäivänäkin julkaisee sekä Tiede- että Hyvä Terveys-lehtiä, jotka ovat hyvä esimerkki toimivista tieteen popularisoinnin välineistä Suomessa. Vaikka malli tiedettä popularisoiviin lehtiin otettiin ulkomailta, huomattavaa on, että Suomessa lehtien sisältö kattaa monipuolisesti kaikkia tieteenaloja siinä missä ulkomailla lehdet keskittyvät usein pelkästään luonnontieteellisiin aiheisiin. (Tommila 2002)

Tärkeä osansa tieteen popularisoinnissa Suomessa on ollut myös tiedekeskus Heurekalla, joka avasi ovensa 28.4.1989. Tiedekeskus ja sen planetaario on esitetty kuvassa 5. Tiedekeskus on ollut perustamisensa jälkeen erittäin suosittu vierailukohde. Erityisen ahkerasti tiedekeskuksessa käyvät erilaiset koululaisryhmät.



Kuva 5 Tiedekeskus Heureka ja sen planetaario (www.heureka.fi)

Heureka, sen näyttelyt ja sen henkilöstön asiantuntijuus ovat olleet kysyttyjä myös ulkomailla ja sen asema tiedekeskusmaailmassa on vahva. (Tommila, 2002) Heurekalla on myös

vahva panostus avaruustieteiden popularisointiin. Tiedekeskukseen vakituiseen näyttelyyn kuuluu yksi Euroopan nykyaikaisimmista digitaalisista planetaarioista, jossa esitetään aihetta käsitteleviä elokuvia.(Heureka 2015)

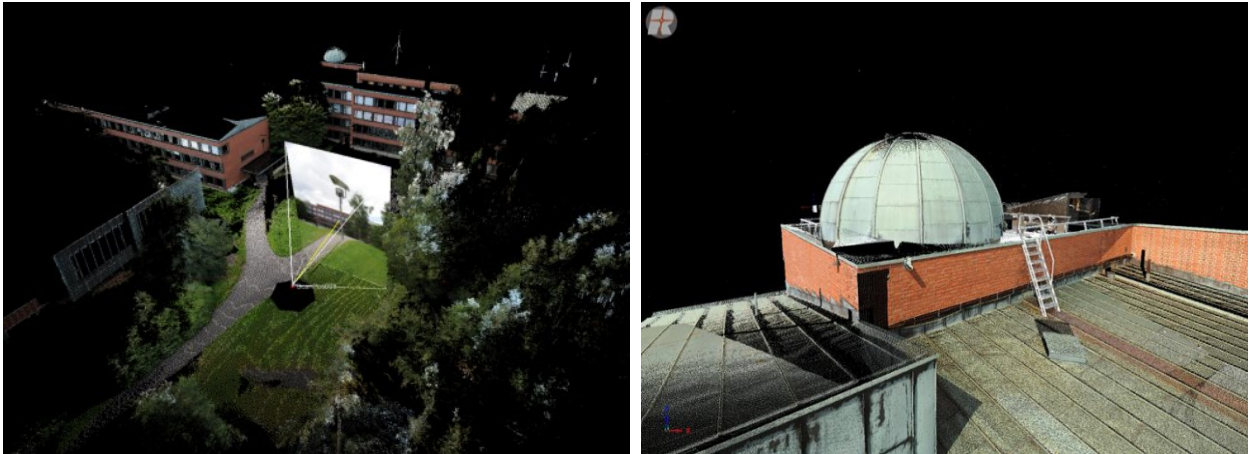
Heureka toimii osittain myös vapaaehtoisten voimin (Heureka 2015) ja tieteen yleistajuistamiseen muuallakin Suomessa panostetaan lähinnä siellä, missä joku lähtee sitä omistautuneesti ja vapaaehtoisesti viemään eteenpäin. Mitään selkeää yleistajuistamista eteenpäin vievää tahoa ei Suomesta löydy ja yliopistolla työskentelevien tutkijoiden taidot tällä saralla ovat vaihtelevia. (Tommila 2002)

Tieteen yleistajuistamisessa on otettava huomioon myös tiedemaailman kansainvälisyys. Harvoin riittää pelkästään, että tutkimuksensa pystyy yleistajuistamaan muille suomalaisille, vaan se on pystyttävä tekemään ainakin englanniksi, jotta myös muualla maailmassa voidaan ymmärtää tutkijan työn tulokset. (Tommila 2002)

3 Otaniemen tähtitorni

3.1 Yleisesittely

Teknillisen korkeakoulun päärakennus, nykyisin Aalto-yliopiston kantitalo, valmistui pääosiltaan vuonna 1964 (TKK:n historia 2014). Sen katolle on rakennusvaiheessa tehty tähtitorni, joka on ollut Maanmittausosaston, nykyisin Maankäyttötieteiden laitoksen, käytössä lähinnä opetustarkoituksiin. Tähtitornin sijainti rakennuksen katolla on esitetty pistepilvestä otetuilla kuvilla kuvassa 6. Myös korkeakoulun vanhalla päärakennuksella on tähtitorni, joka niin ikään on ollut käyttämättömänä 70-luvulta asti (Haggrén 2010). Tähtitorni on jäänyt lähes käyttämättömäksi 1970-luvulla, kun uudemmat teknologiat, kuten GPS-perustainen paikannus, ja niiden opetus ovat korvanneet tähtitornin avulla opetellut menetelmät.



Kuva 6 Otaniemen tähtitorni Teknillisen Korkeakoulun päärakennuksen katolla (Nina Heiska, 2009)

Tähtitornin mahdollisia uusia käyttökohteita on lähdetty kehittämään Maankäyttötieteiden laitoksen professorin Henrik Haggrénin toimesta. Projekti on nimeltään *Tieteen Observatorio* ja sen tavoitteena on varustaa tähtitorni uudestaan ja käyttää sitä esimerkiksi maanmittausalan markkinointiin ja tutustuttamaan opiskelijat alalla aiemmin käytössä olleisiin mitausmenetelmiin. (Haggrén 2010)

3.2 Laitteisto

Tähtitornin poistuttua käytöstä myös siinä ollut laitteisto on poistettu käytöstä. Maankäyttötieteiden laitos on selvittänyt uuden laitteiston hankintaa ja laitteistosta on tehty tarjouspyyntöjä useille laitevalmistajille. Suunnitelman mukaan tähtitorniin tulee laitteisto, jota pystytään käyttämään opetus- ja esittelykäytön lisäksi myös todellisissa mittaustehtävissä, kuten supernovien ja eksoplaneettojen etsinnässä. Laitteisto koostuisi soveltuvasta teleskoopista, jalustasta ja kamerasta. Laitteistolle on asetettu vaatimukseksi, että sen antamaa kuvaa pystytään tarkastelemaan ja sen toimintoja säätämään myös internetin välityksellä etäkäyttönä. Varotoimiin liittyen vaatimuksiksi on asetettu myös aurinkoon suuntaamisen esto sekä laitteiston automaattinen sulkeminen sateella ja kun laitteistoa on ollut määrätyn ajan käyttämättä. (Vermeer 2011)

Lisäksi hankittavan laitteiston täytyy pystyä toimimaan yhdessä tähtitorniin jo rakennetun infrastruktuurin kanssa. Tähtitorniin on vuonna 2010 mekatroniikan kurssin yhteydessä suunniteltu ja toteutettu ohjausmekaniikka ja ohjauselektroniikka. Samassa yhteydessä tähtitornista on tehty tarkat mallinnukset jatkokäyttöä varten. (Haggrén 2010)

4 Muut tähtitornit

Tässä luvussa esitellään muita Suomessa ja ulkomailla sijaitsevia erilaisissa käyttötarkoituksissa olevia tähtitorneja. Tavoitteena on löytää niistä toimintatapoja ja ratkaisuja, joita voisi hyödyntää myös tutkimuksen kohteena olevan tähtitornin käyttötarkoituksen suunnittelussa.

Erityisesti pienempien ja vanhempien tähtitornien merkitys tieteen tekemisen välineinä on vähentynyt, kun niiden havaintokyvyn sisällä olevat avaruuden kohteet ovat jo suurelta osin tutkittuja. Nykyaikaisessa avaruustutkimuksessa keskiössä ovat radioteleskoopit ja muut näkyvän valon ulkopuolista spektriä tutkivat teleskoopit. Monia tähtitorneja onkin ruvettu käyttämään yleisökohteina ja antamaan tähtiharrastajien käyttöön.

4.1 Tähtitornit Suomessa

Suomessa tähtitornit ovat pääsääntöisesti olleet melko vaatimattomia, sillä Suomen ilmasto, johon kuuluvat sateet, pilvisyys, pakkasen ja kesän valoisat yöt, ei ole optimaalisin tähtitieteellisiä havaintoja ajatellen. Yliopistojen tiedeyhteisöt ovat kuitenkin kehittäneet tähtitieteen tutkimusta myös Suomessa. Suomen ensimmäinen tähtitorni valmistui vuonna 1819 Turun Akatemialle. Se oli observatoriokäytössä vain vuoteen 1836 asti, jolloin Helsingin yliopiston tähtitorni otettiin käyttöön. Nykyisin tähtitornin tilat ovat toimisto- ja taidenäyttelykäytössä. (Turun Sanomat 2011)

Turun yliopiston tähtitorni valmistui alunperin nykyisessä muodossaan 1941 Turun Iso-Heikkilään (Turun Ursa 2015). Se on kuitenkin nykyään vain harrastajien käytössä, sillä 1950-luvulla tähtitornin todettiin olevan liian lähellä kaupungin valoissa keskustaa. Yliopiston observatorio siirrettiin 1950-luvun alkupuolella Tuorlaan, jossa se edelleen sijaitsee. (Tuorlan observatorion historia 2015) Tuorlan tähtitornin yhteydessä toimii myös yleisölle tarkoitettu planetaario.

Vuonna 1834 valmistunut Helsingin yliopiston tähtitorni oli Turun tähtitorniin verrattuna edistyksellinen, sillä siinä oli maailmalla jo siihen aikaan yleinen kääntyvä kupu, joka erotti

sen Turun tähtitornista (Heiskanen 1948). Tähtitorni on edelleen Helsingin yliopiston ja sen tähtitieteen tutkimuksen käytössä. Tähtitorni kuuluu myös osaksi Helsingin yliopistomuseota ja sen yleisökeskuksessa järjestetään yleisiä tutustumiskäyntejä (Helsingin Observatorio 2015) Myös tämän tähtitornin toiminnassa haasteena on suurkaupungin läheisyys, jolloin valosaaste häiritsee tutkimuksia (Tommila 2000).

Helsingissä Kaivopuistossa sijaitsee tähtitieteelliselle yhdistykselle, Ursalle, kuuluva tähtitorni. Kyseinen torni on yhdistyksen jäsenten lisäksi muiden tähtitieteen harrastajien ja muiden kiinnostuneiden käytössä. Tornissa järjestetään säännöllisesti säävarauksella yleisölle avoimia tähti- ja aurinkonäytöksiä, joissa tutustutaan tornin laitteiston avulla tähtitaivaan kohteisiin ja ilmiöihin. Näytöksiä voi halutessaan myös tilata omalle ryhmälleen ja tähtitornin laitteistoja voi Ursan jäsenenä lainata myös omaan käyttöönsä. (Kaivopuiston tähtitorni 2015)

Jyväskylän Sirius ry on harrastustoimintansa tukemiseksi perustanut Jyväskylän lähistölle Nyrölän kylään observatorion, jossa on muun laitteiston ohella käytössä myös kaksi revontulikameraa. Observatorio on ollut lähialueentätiharrastajien aktiivisessa käytössä. (Jyväskylän Sirius ry 2015) Samalle alueelle on paikallisen kyläyhdistyksen toimesta rakennettu myös kallioplanetaario, jonka tavoitteena on toimia paikallisena tähtitieteen oppimiskeskukseksi. Planetaariossa voidaan videoiden lisäksi esittää myös reaaliaikaista kaukoputkikuvaa, mitä ei missään muualla Suomessa tällä hetkellä tehdä. (Nyrölän planetaario 2015)

Suomen tutkimuksellisesti merkittävin observatorio sijaitsee Kirkkonummella Metsähovissa. Vuonna 1975 valmistuneella radioteleskoopilla on tutkittu muun muassa Auringon toimintaa sekä osallistuttu kansainvälisiin pitkäkantainterferometrihankkeisiin (Tommila 2000). Metsähovin teleskooppi on käytössä jatkuvasti ja tutkimusasemaa käyvät käyttämässä tähtitieteen opiskelijat ja tutkijat ympäri Suomea (Metsähovi 2015).

4.2 Tähtitornit ulkomailla

Ulkomaisista tähtitorneista on tätä tutkimusta varten pyritty keräämään esimerkeiksi tähtitorneja, jotka ovat osittain tai kokonaan yleisölle avoimia.

Cité de l'Espace on Ranskan Toulousessa sijaitseva, vuonna 1997 avattu avaruuspuisto, johon on vuonna 2014 rakennettu uusi observatorio nimeltä Astronomer's Dome. Observatorion tarkoituksena on toimia nimenomaan avaruuspuiston yhtenä kohteena ja sillä voidaan tarkastella yöllisen taivaan lisäksi myös Aurinkoa. Observatorion käyttämisessä yleisöä opastaa puiston henkilökunta. (Enjoy Space 2014)

Ruotsissa Venin saarella sijaitsee Tycho Brahelle omistettu museo, jonka vetonauloihin kuuluu Tycho Brahen vuonna 1584 rakentama observatorio. Nykyään observatorio on osa museota ja siellä vierailee paljon yleisöä. (Tycho Brahe Museet 2015)

Yhdysvalloissa Kansasissa on puolestaan Warkoczewskin yleisölle avoin observatorio, jota ylläpitää Missourin yliopiston fysiikan ja astronomian laitos. Observatorion ylläpidossa auttaa Astronomical Society of Kansas City (ASKC), jonka jäsenet myös auttavat kävijöitä laitteiden käytössä. (Warkoczewski Public Observatory 2015)

Tieteelliseltä arvoltaan vähäisiä tähtitorneja siis on käytetty ja käytetään monenlaisissa eri yhteyksissä. Monet niistä ovat osa museota tai tiedekeskusta ja siten avoimena kiinnostuneelle yleisölle. Kaikki yleisölle avoimet tähtitornit eivät ole pelkästään vanhoja uuden käyttötarkoituksen saavia tähtitorneja, vaan myös uusia tähtitorneja rakennetaan pelkästään näyttelykohteiksi. On huomioitavaa, että useimpien tähtitornien esittelyissä on mainittu, että paikalla oleva opas auttaa yleisöä laitteiden käytössä. Tähtitornien laitteet ovat siis harvoin niin yksinkertaisia, että niitä voisi käyttää ilman kunnollista ohjausta.

5 LUMA-keskus

LUMA-projekti oli vuosina 1996-2002 käynnissä ollut Opetushallituksen projekti, jonka tavoitteena oli matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittäminen Suomessa. Valtakunnallinen LUMA-keskus perustettiin projektin jälkeen vuonna 2003 jatkamaan projektin aloittamaa kehitystyötä. Valtakunnallinen LUMA-keskus organisoii yhteistyötä koulujen, yliopistojen ja elinkeinoelämän välillä ja sen toimintaa koordinoi Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta. Yhteistyötä tehdään paljon myös sekä suomalaisten että kansainvälisten järjestöjen, seurojen, tiedekeskusten, yhdistysten ja oppimateriaalikustantajien kanssa. (LUMA-keskuksen strategia 2014)

LUMA-toiminnan tavoitteet on määritelty kansallisen LUMA-verkoston strategiassa ja niiden lähtökohtana on Suomen kansainvälinen maine matematiikan, luonnontieteiden ja teknologian osaajamaana ja sen ylläpito tulevaisuudessa. Toiminnan johtavana ajatuksena on, että riittävä määrä matemaattis-luonnontieteellisten alojen osaajia ja yleissivistystä takaa suomalaisen hyvinvoinnin tulevaisuudessakin. Tavoitteisiin pyritään innostamalla lapsia ja nuoria luonnontieteen ilmiöiden tutkimiseen ja alan opiskeluun. Kouluikäisille on tarjolla monenlaisia kerhoja, leirejä ja klubeja, joilla he voivat tutustua matematiikkaan ja luonnontieteisiin teorian ja käytännön kautta. LUMA-toiminnassa panostetaan vahvasti myös nykyisten ja tulevien alan opettajien osaamisen kehittämiseen muun muassa erilaisin täydennyskoulutuksin. Verkosto tukee myös alan opetusmenetelmien, -teknologioiden ja oppimisympäristöjen kehittämistä ja käyttöönottoa. Verkoston tavoitteisiin kuuluu myös LUMA-aineiden ja niiden merkityksen esille tuominen julkisuudessa esimerkiksi yleisötapahtumien jayleistajuisten verkkolehtien välityksellä.

Kansalliseen LUMA-verkostoon kuuluu Helsingin Yliopistossa toimivan valtakunnallisen LUMA-keskuksen lisäksi useita LUMA-keskuksia muissa Suomen yliopistoissa. Ne kukin edistävät LUMA-toimintaa omalla toiminta-alueellaan. Aalto-yliopiston LUMA-keskus, LUMA-keskus Aalto, on aloittanut toimintansa virallisesti marraskuussa vuonna 2011. (LUMA-keskus 2011) LUMA-keskus Aallon projektipäällikkö Pirjo Putilan mukaan alku-

vaiheessa keskuksen toiminta perustui lukiolaisille järjestettyihin viikon mittaisiin kärkekursseihin, joilla perehdytään yhteen ajankohtaiseen tieteelliseen teemaan. Kevään 2013 lopulla Otaniemeen valmistui LUMARTS-laboratorio, joka tarjoaa koululaisryhmille tiloja ja välineitä luonnontieteellisten ilmiöiden tutkimista varten.

LUMARTS-laboratoriossa on sen valmistumisen jälkeen vierailut säännöllisesti koululaisryhmiä lähialueen lukioista sekä muutamia ryhmiä myös alemmilta luokka-asteilta. Putilan mukaan laboratorioon olisi hyvä saada enemmän myös ala- ja yläkoululaisille sopivaa opetusmateriaalia, sillä kysyntää nuorempien koululaisten vierailuille selkeästi olisi. Ala- ja yläasteilla on usein myös helpompi löytää aikaa ylimääräisille vierailuille muun koulutoiminnan ohessa.

Koululaisryhmät toimivat laboratoriossa oman opettajansa johdolla. Opettajat perehdytetään laboratoriossa suoritettaviin kokeisiin ja käytettäviin laitteisiin, jonka jälkeen he ohjaavat ryhmiään itsenäisesti. Kaikkiin kokeisiin ja laitteisiin on oltava selkeät ohjeet, joita koululaiset voivat seurata. Lisäksi erityisesti lukiolaisryhmien kohdalla on olennaista pystyä yhdistämään tehtävän kokeen taustalla oleva teoria tunneilla opittuihin asioihin.

Tällä hetkellä laboratorion kokeet ovat lähinnä sähkötekniikkaan tai kemiaan liittyviä. Muiden alojen aiheita on käsitelty lähinnä yksittäisillä kärkekursseilla. Erityyppisiä kokeita ja esittelykohteita otetaan kuitenkin mielellään vastaan, mikäli ne toimivat helposti luokkaolosuhteissa ja niihin on olemassa selkeät ohjeet. Putilan mukaan tähtipaikannuksen ja tähtitornin esittely sekä niihin liittyvä teoria toimisivat erityisen hyvin jonkin suuremman kokonaisuuden yhteyteen. LUMA-keskuksella on jo olemassa muutaman kerran järjestetty avaruusaiheinen kärkekurssi, jonka osaksi suunniteltava laitteisto voisi sopia. Yksi mahdollisuus olisi myös suunnitella kokonaan uusi paikkatieto-aiheinen kärkekurssi, johon yhtenä osana kuuluisi tutustuminen tähtitorniin ja sen käyttömahdollisuuksiin.

6 Tähtipaikannus

6.1 Tausta

Tässä diplomityössä tähtipaikannuksella tarkoitetaan menetelmää, jolla määritetään havait-sijan sijainti maan pinnalla käyttäen hyväksi tähdistä tehtäviä havaintoja sekä tietoa niiden sijainnista taivaanpallolla eli kuvitteellisella pallopinnalla, jolle tähtitaivaan kohteet näennäi-sesti asettuvat maapallon ympärillä (Heiskanen 1948). Termillä tähtipaikannus voidaan muissa yhteyksissä viitata myös menetelmään, jossa määritetään tähden sijainti taivaanpal-lolla.

Ensimmäiset ajatukset tähtiin perustuvasta paikanmäärittämisestä esitti saksalainen Johann Werner 1500-luvun alussa (Poutanen 2003). Tähtipaikannuksen tarkoituksena on ollut tehdä paikanmäärittäystä navigoinnin yhteydessä, erityisesti merellä liikuttaessa, sekä määrittää esi-merkiksi kolmiomittauksen lähtöpiste. (Heiskanen, 1948) Tähtipaikannus oli pääasiallinen paikannuskeino aina siihen asti kunnes Yhdysvalloissa alettiin vuonna 1973 kehittää GPS-satelliittipaikannusjärjestelmää. Sotilaskäyttöön tarkoitettu järjestelmä vapautettiin siviili-käyttöön vuonna 2000. (Miettinen 2003) Suomessa GPS korvasi tähtipaikannuksen pääsiali-sena paikannusmenetelmänä vuonna 1986. (Rantatupa & Teeriaho 2011)

6.2 Käytännön toteutus

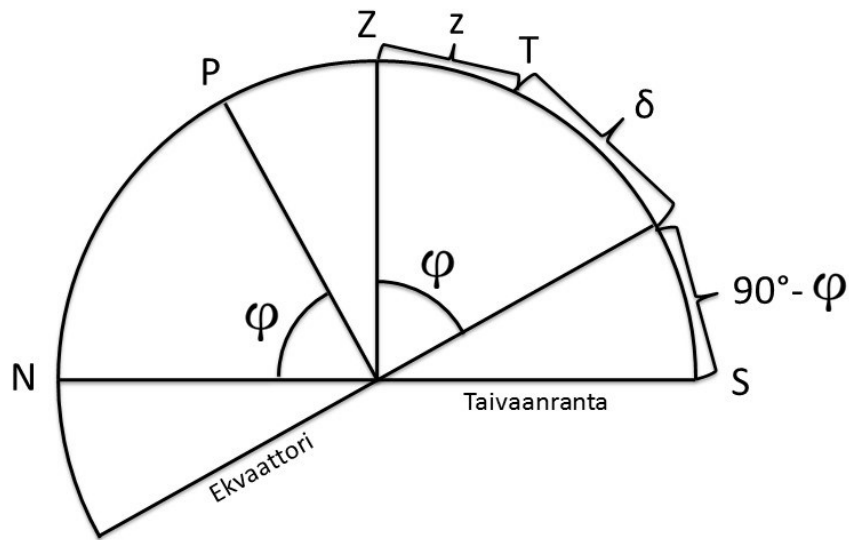
Tähtipaikannusta tehtäessä leveys- ja pituuspiirin määrittäminen tehdään hyvin erilaisin menetel-min. Heiskasen (1948) mukaan leveyspiirin määrittäminen on huomattavasti yksinkertaisem-paa kuin pituuspiirin määrittäminen. Leveyspiirin määrittäminen perustuu pitkälti yhden tai use-aman tähden korkeuden määrittämiseen taivaankannella. Pituuspiirin määrittämisessä puo-lestaan oleellisissa osissa ovat tarkat aikaerojen määrittämiskeinot. (Heiskanen 1948) Tähtipai-kannus voidaan suorittaa sekä maastossa mukana kannettavilla laitteilla tai normaalisti va-rustetussa tähtitornissa. Leveyspiirin määrittäminen on käsitelty luvussa 5.2.1 ja pituuspiirin määrittäminen luvussa 5.2.2. Määrittämistavat on esitetty sellaisina kuin ne ovat olleet käytössä en-nen nykyaikaisia GPS- ja viestintäjärjestelmiä. Luvussa 5.2.3 on esitelty Seppo Härmälän

laatima tähtipaikannusharjoitus (1948), joka on kuulunut osaksi maanmittauksen opiskelua Teknillisessä korkeakoulussa aikana jolloin Otaniemen tähtitorni oli opetuskäytössä.

6.2.1 Leveyspiirin määrittäminen

Leveyspiirin määrittäminen eli varsinainen tähtitieteellinen osuus tähtipaikannuksesta voidaan tehdä usealla eri tavalla riippuen siitä kuinka tarkka paikanmäärittäminen halutaan tehdä ja kuinka paljon tietoa tähtitaivaasta on käytettävissä.

Yksinkertaisimmassa menetelmässä valitaan jokin deklinaatioltaan tunnettu tähti ja mitataan tähden korkeus sen ollessa paikallisessa meridiaanitasossa. Mittauksessa voidaan käyttää kohdetähtenä myös Aurinkoa. Mittauksen laskennalliset perusteet on esitetty kuvassa 7. Kuvatussa tilanteessa havaintopisteen napakorkeus ϕ on tähden deklinaation δ ja zeniittivälin z summa. Zeniittiväli määritetään korkeuskulman komplementtikulmana. Näin ollen saadaan määritettyä napakorkeus joka on yhtä suuri kuin havaintopisteen leveysaste. Laskennassa voidaan ottaa huomioon myös tähden pieni poikkeama meridiaanista. Kuvattu menetelmä on kuitenkin harvoin tarkka. Ilmakehän refraktio aiheuttaa herkästi epätarkkuutta tähden korkeuden mittaukseen ja mikäli tähden deklinaatio on virheellinen, virhe vaikuttaa suoraan mitaustulokseen. (Heiskanen 1948)



Kuva 7 Yksinkertainen menetelmä leveyspiirin määrittämiseksi tähtipaikannuksessa. Taivaannapa P , Zeniittipiste Z , Meridiaanissa oleva tähti T (Heiskanen 1948)

Refraktion aiheuttaman virheen minimoimiseksi voidaan leveysasteen määrittämiseen käyttää Pohjantähteä. Pohjantähti sijaitsee aina korkealla taivaanpallolla, jolloin refraktion vaikutus on pieni. Lisäksi Pohjantähti liikkuu taivaanpallolla hyvin hitaasti napaa kiertäen, joten havaintoaikaa ei tarvitse tuntea yhtä tarkasti kuin yleisemmässä menetelmässä. Pohjantähden ollessa tarkasti meridiaanin kohdalla, leveysaste (napakorkeus ϕ) voidaan laskea kaavasta

$$\phi = \delta - z,$$

jossa δ on tähden deklinaatio ja z sen zeniittiväli. Laskentaan voidaan myös lisätä korjaus

$$p \cos t,$$

jossa p on tähden napaväli ja t sen tuntikulma, mikäli Pohjantähti ei ole tarkalleen meridiaanissa. (Heiskanen 1948)

Mikäli refraktion aiheuttama virhe halutaan eliminoida mahdollisimman täydellisesti, käytetään Horrebow-Talcottin menetelmää. Tässä menetelmässä valitaan yksi tai useampi tähtipari, joiden perusteella leveysaste määritetään. Tähtiparit valitaan siten, että toinen tähdistä on meridiaanissa zeniitin pohjoispuolella ja toinen eteläpuolella. Lisäksi sujuvaa mittausta varten tähtien tulisi ristetty meridiaani 3-15 minuutin välein. Myös tähtien tarkat deklinaatiot on tunnettava. (Heiskanen 1948)

Kuvassa 2 on esitetty Horrebow-Talcottin menetelmän laskennalliset perusteet. Etelän puoleiselle tähdelle saadaan

$$z_s = \phi - \delta_s \text{ eli } \phi = \delta_s + z_s.$$

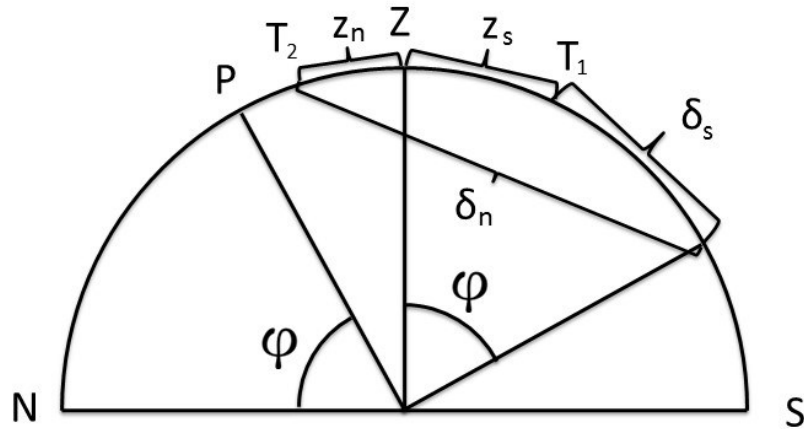
Vastaavasti pohjoisen puoleiselle tähdelle saadaan

$$z_n = \delta_n - \phi \text{ eli } \phi = \delta_n - z_n.$$

Näiden summana saadaan

$$\phi = \frac{\delta_s + \delta_n}{2} + \frac{z_s - z_n}{2}$$

(Rainesalo 1927)



Kuva 8 Horrebow-Talcottin menetelmä leveyspiirin määrittämiseksi tähtipaikannuksessa. (Heiskanen 1948)

Näin ollen refraktion aiheuttama virhe saadaan eliminoitua lähes täysin, sillä zeniittiväleihin z_s ja z_n vaikuttaa kaksi likimain samansuuruisia refraktiovirhettä, jotka kumoutuvat kun zeniittivälien erotus lasketaan. Tähtien deklinaatioissa olevat virheet vaikuttavat kuitenkin edelleen suoraan tulokseen. Deklinaatiovirheiden poistamiseksi voidaan havainnot tehdä useammasta tähtiparista ja laskea tulosten keskiarvo.

6.2.2 Pituuspiirin määrittäminen

Pituuspiirin määrittäminen tähtipaikannuksen yhteydessä tarkoittaa käytännössä havaintopisteen ajan ja pituudeltaan tunnetun pisteen ajan eron määrittämistä ja edelleen aikaeron määrittämistä Greenwichin nollameridiaanin aikaan. Pituuspiirin määrittämisen tarkkuus on siis aikojen saatossa kehittynyt tarkemmaksi yhdessä ajanmääritys- ja viestintävälineiden kanssa. Kun tähtipaikannus alunperin kehitettiin, paikkojen aikaeron määrittämiseksi käytettiin muun muassa valomerkkejä, jolloin vaatimuksena oli näköyhteys pisteiden välillä, Kuun paikanmäärittäystä tai useampaa mahdollisimman tarkkaa kronometriä. Millään näistä menetelmistä ei saatu kovin tarkkoja tuloksia. Erityisen hankalaa pituuspiirin määrittäminen oli merellä liikuttaessa. Silloin päästiin noin 5-7 kilometrin tarkkuuteen. (Heiskanen 1948)

Aikaerojen ja niin ollen myös pituuspiirin määrittäminen helpottui huomattavasti 1800-luvun alkupuolella, kun kehitettiin lennätinjärjestelmä. Sen avulla tieto vertauspisteen ajasta saatiin havaintopisteelle lähes reaaliajassa. Vaadittiin vain pieni korjaus, jonka aiheutti sähkövirran etenemisnopeudesta laskettava virta-aika. (Heiskanen 1948)

Pituuspiirin määrittäminen helpottui entisestään, kun käyttöön tulivat radiot, joiden kautta lähetettiin aikamerkkejä, joiden avulla voitiin tehdä aikavertailuja Greenwichin aikaan (Heiskanen 1948).

Varsinainen ajan ja pituuspiirin määrittäminen voidaan tehdä joko havaitsemalla sijainniltaan tunnettu tähti tai Aurinko sen ohittaessa paikallisen meridiaanin tai havaitsemalla Pohjantähden kanssa samassa vertikaalissa olevia tähtiä. Ensimmäinen menetelmä on helpompi toteuttaa tähtitorneissa, joissa oikean meridiaanin suuntainen kehä on yleensä valmiina. Maastossa käytettävät mittalaitteet täytyy ensin suunnata paikallisen meridiaanin mukaan, jotta mittaukset voidaan suorittaa ja tämä suuntaus on usein huomattavan työläs. Näin ollen maastomittauksissa käytetään usein jälkimmäistä keinoa, joka tosin vaatii hieman enemmän laskentaa tulosten saamiseksi. (Rainesalo 1927)

Varsinaiset laskut ovat pohjimmiltaan hyvin yksinkertaiset. Kun tähti kulminoi etelämeridiaanin, sen rektaskensio määrää myös paikallisen tähtiajan. Kun rektaskensio tunnetaan käytössä olevan tähtiluettelon perusteella, voidaan laskea havaintopisteen aikaero varsinaiseen

paikalliseen aikaan ja näin ollen myös pisteen aikaero Greenwichiin. Kuten aiemmin on todettu, aikaeron perusteella saadaan helposti määritettyä myös havaintopisteen pituuspiiri (Rainesalo 1927)

6.2.3 Tähtipaikannusharjoitus Otaniemen Tähtitornissa

Seppo Härmälän laatimassa Tähtitieteellisestä paikanmäärittämisestä –harjoitusohjeessa on annettu ohjeet tähtipaikannuksen suorittamisesta Otaniemessä käytössä olleen tähtitornin avulla. Harjoitusohje on laadittu 1948 ja se on ollut käytössä tähtitornin käytöstä poistamiseen asti.

Harjoitusohjeessa on annettu tarkat ohjeet sekä leveys- että pituuspiirin määrittämiseen. Harjoitus on tehty siihen aikaan tähtitornissa olleilla laitteilla ja sen aikaisilla välineillä. Harjoituksessa leveyspiiri on määritetty yhdistämällä aikatähdeksi valitun, deklinaatioltaan noin 30 asteen korkeudella, olevasta tähdestä tehdyt havainnot sekä Pohjantähdestä tehdyt havainnot. Samalla on huomioitu, että valittavan aikatähden rektaskension ja tähtiajan väli saisi olla korkeintaan tunnin, jotta mittaukset voidaan suorittaa järkevässä ajassa. Refraktation vaikutus on eliminoitu lämpötilan ja ilmapaineen perusteella lasketuilla korjaustermeillä.

Pituuspiirin määrittäminen aloitetaan määrittämällä Pohjantähden atsimuutti, jota käytetään hyväksi määrittäessä mitatun aikatähden atsimuutti. Tämän ja aiemmin lasketun leveyden perusteella lasketaan paikallinen tähtiaika, jonka perusteella edelleen saadaan haluttu kellokorjaus. Tarvittavat aikamerkit on harjoituksessa kuunneltu radiosta.

Harjoituksessa mittauksen tarkkuutta on lisätty toistamalla kaikki tähtihavainnot mittalaitteen molemmilla asennoilla.

(Härmälä 1948)

7 Otaniemen tähtitornin tulevaisuus

Tässä luvussa esitellään aiempien lukujen sisällöstä syntyneitä suunnitelmia Otaniemen tähtitornin käytöstä tulevaisuudessa. Tulokset ovat pääosin pohdinnallisia ja niiden on tarkoitus luoda hyvä pohja käyttöönottoprojektin jatkamiselle.

Lähtökohta tähtitornin uusille käyttötarkoituksille on hyvä. Tähtitiede kiinnostaa edelleen ihmisiä ja hyvin suunnitellut tieteen tekemistä esittelevät kohteet vetoavat kiinnostuneisiin ihmisiin. Tieteen popularisointi ja yleistajuistaminen sekä niiden tutkiminen ovat edistyneet huomasti viime vuosikymmenien aikana, joten vinkkejä ja esimerkkejä tähtitornin uudistamista varten löytyy monelta taholta. Tähtitornin käyttöönotto vie joka tapauksessa vielä kauan, sillä laitteistohankintoja ei ole vielä tehty. Kun laitteisto saadaan käyttöön, voidaan tähtitornin käyttö aloittaa tietyissä tarkoituksissa, kuten alan opetuksen tukena, mutta mahdolliset muut käyttöönottoon liittyvät suunnitelmat ja ympäristön toteutukset vievät vielä lisää aikaa.

Tähtitiede kiinnostaa hyvin monenlaisesta taustasta tulevia ihmisiä ja tähtitorni voisi parhaimmillaan kehittyä Aalto-yliopistonkin tavoitteisiin sopivaksi foorumiksi, jossa eri alojen osaajat kerääntyvät yhteisen kiinnostuksen kohteen ympärille ja luovat uusia poikkitieteellisiä innovaatioita.

7.1 Vertailu muihin tähtitorneihin

Tätä tutkimusta tehdessä tietoa löytyi pääasiassa huippututkimuksen käytössä olevista tähtitorneista sekä erilaisten tiedekeskusten ja –puistojen yhteydessä olevista tähtitorneista. Tutkimusta varten oli vaikea löytää tietoa tämän kaltaisista yksittäisistä tähtitorneista. Muihin tutkimuksessa esiteltuihin tähtitorneihin verrattuna tutkimuksen kohteena ollut tähtitorni on selkeästi vaatimattomampi. Näin ollen muiden tähtitornien käyttötarkoituksista on vaikea löytää toimintatapoja, jotka olisivat suoraan käytettävissä myös Otaniemen tähtitornissa. Yleisesti on kuitenkin huomattavissa, että tähtitornien laitteistot lähtökohtaisesti ovat monimutkaisia ja herkkiä, joten niiden käyttö vaatii aina asiantuntevan oppaan, joihin viitattiin

useiden luvussa 4 esiteltyjen tähtitornien yhteydessä. Varsinkin, jos tähtitornille suunnitellaan laajempaa suurelle yleisölle suunnattua käyttöä, ei satunnaisia käyttäjiä voi päästää tutustumaan tähtitornin toimintaan itsenäisesti.

7.2 Tähtitorni opetuksessa

Otaniemen tähtitorni on 1960-luvulla ollut tärkeä osa yliopisto-opetusta. Näin ollen tähtitornia voitaisiin käyttää tukemaan opetusta myös tänä päivänä, kunhan sen laitteisto saadaan päivitettyä nykyaikaiseksi. Tähtitieteen perusteiden oppiminen, erityisesti tähtipaikannuksen osalta, tukisi nimenomaan maanmittausalan opintoja. Alan perusteiden tunteminen ja aiemmin käytössä olleisiin menetelmiin tutustuminen auttaa hahmottamaan myös nykyisten menetelmien taustaa ja toimintaperiaatteita. Luvussa 6.2.3 esitelty Seppo Härmälän tekemä tähtipaikannuksen harjoitusohje on pääpiirteiltään sellaisenaan siirrettävissä myös suoritettavaksi päivitetyllä tähtitornin laitteistolla. Esimerkiksi radiosta haettava aikamerkki voitaisiin korvata verkon kautta saatavalla ajalla ja manuaalisen laitteiston käytön sijaan harjoitus voitaisiin suorittaa tietokoneella verkon välityksellä.

Otaniemeen sijoitettu, toimiva tähtitorni on helposti saatavilla myös esimerkiksi Aalto-yliopiston tähtitieteen kurssin käyttöön tähtitieteen perusteiden esittelyä varten. Vastaavasti muiden alojen opiskelijat ja tutkijat voisivat käyttää tähtitornia, mikäli sopivia tutkimusaiheita ilmenee.

Useimmat opetukseen liittyvät tehtävät tehdään tyypillisesti päivisin, jolloin tähtitaivas ei ole näkyvissä. Lisäksi tähtitornin yöllistäkin käyttöä rajoittaa Suomen ilmasto, jossa sää on usein pilvinen, sateinen tai liian kylmä tähtitornin käyttämiseen. Tällaisessa tilanteessa voitaisiin mahdollisesti hyödyntää tähtitaivaasta aiemmin tallennettuja kuvia tai pohtia mahdollisuutta käyttää lisätyn todellisuuden sovelluksia simuloimaan tähtitaivasta. Tästä päästään kuitenkin kysymykseen, mikä silloin on tähtitornin merkitys, jos asia voidaan esitellä etänä luokkahuoneessa käytettävältä tietokoneelta ja tekaistuilla tähtitaivaan kuvilla. Erityisesti koululaisryhmien kanssa voi olla haastavaa välittää heille tunne todellisen tähtitornin käyttämisestä. Li-

säksi paikannustehtävä saattaa hieman menettää merkitystään käyttäjien mielissä, kun paikannus tehdään joka kerralla samassa paikassa olevalle kohteelle ja tulos on jo etukäteen tiedossa. Onkin tärkeää, että etäkäytön lisäksi tähtitornin käyttäjillä olisi aina mahdollisuus tutustua myös varsinaiseen laitteistoon paikan päällä. Tätä varten mahdolliset etäkäyttöä varten tarkoitetut tilat olisi mahdollisuuksien mukaan hyvä sijoittaa lähelle itse tähtitornia.

Tällä hetkellä tähtitorniin suunnitellulla laitteistolla ei voida tutkia Aurinkoa. Tämä mahdollisuus kuitenkin lisäisi tähtitornin käyttömahdollisuuksia ja kiinnostavuutta. Auringon tarkastelu on useimmissa tässä tutkimuksessa esitellyissä tähtitorneissa mahdollista, joten myös Otaniemen tähtitorniin voidaan tällainen järjestelmä tulevaisuudessa hankkia, mikäli se koetaan tarpeelliseksi investoinniksi.

7.3 Tähtitornin esittely suurelle yleisölle

Tähtitornin esittely suurelle yleisölle vaatisi perusteellista konseptin miettimistä. Luvussa 4 esiteltyjen tähtitornien käyttötarkoitus oli kaikissa tapauksissa selkeä ja kohteen toteutus oli suunniteltu sen mukaan. Näin ollen on epävarmaa, miten suuri yleisö saataisiin kiinnostumaan Otaniemeen sijoitetusta yksittäisestä tähtitornista. Lähialueella on toiminnassa paremmin tunnettu Ursan tähtitorni, jonka laitteisto on Otaniemen tähtitornin tulevaa laitteistoa parempi. Vaikka varsinaista kilpailuasetelmaa ei ole, eikä haluta, Otaniemen tähtitornin kiinnostavuutta lisäisi, mikäli se pystyisi jollain osa-alueella olemaan houkuttelevampi kuin Ursan tähtitorni. Suuremman yleisön kiinnostus vaatisi mahdollisesti myös samalla alueella olevia muita kiinnostavia tutustumiskohteita. Aalto-yliopiston Otaniemen kampukselle sopisi esimerkiksi tiedepuisto, jonka osaksi tähtitorni luontevasti voisi kuulua. Mikäli resursseja löytyy, tällainen tiedepuisto toimisi hyvänä kampusalueen elävöittäjänä.

Tähtitorni on sellaisenaan jo kiinnostava vierailukohde kaikille Aalto-yliopistoon tutustumaan tuleville. Se on helposti saavutettavalla paikalla ja sen toimintaa on helppo esitellä sekä paikan päällä että tietokoneen avulla verkon välityksellä. Maanmittausalan muututtua voimakkaasti digitaaliseksi, erilaisten konkreettisten esittelykohteiden merkitys kasvaa huomattavasti.

tavasti. Tähtitornin esittely sopii hyvin monenlaisiin esittelytarkoituksiin. Sitä voidaan esitellä tuleville opiskelijoille päämääränä saada heidät kiinnostumaan maanmittausalasta tai opiskelusta Aalto-yliopistossa yleisesti. Myös Aalto-yliopiston sisällä jo aloittaneille opiskelijoille on tyypillisesti esitelty eri alojen opiskelua ja tutkimusta, jotta he voivat suuntautua opiskeluissa heitä itseään kiinnostavalle alalle. Maanmittausalan opiskelijoita kiinnostaa tutustua alaan liittyvään laitteistoon myös, vaikka varsinaisia virallisia harjoituksia tähtitornilla ei tehtäisikään. Lisäksi erilaiset rahoittajatahot ja muut yhteistyökumppanit voidaan tutustuttaa alan tutkimukseen kiinnostavassa miljöössä, jonka tähtitorni tarjoaisi. Kaikissa yhteyksissä on kuitenkin huomioitava, että kiinnostavuudestaan huolimatta verrattain yksinkertaisella laitteistolla varustettu tähtitorni ei lähtökohtaisesti edusta nykypäivän huippututkimusta ja sen varsinainen merkitys maanmittauksen ja tähtitieteen alalla on vähäinen.

7.4 Yhteistyö muiden tahojen kanssa

Mahdollisia yhteistyötahoja tähtitorniprojektissa on paljon. Maankäyttötieteiden laitoksen ulkopuoliset tahot Aalto-yliopistossa, muiden yliopistojen tähtitieteen opiskelijat ja tutkijat, monet harrastajayhdistykset sekä satunnaiset innokkaat harrastajat ovat kaikki potentiaalisia tahoja olemaan mukana tämän kaltaisessa projektissa.

Polluxin ja Ursan kaltaiset harrastajayhdistykset voivat tarjota projektille sekä asiantuntija-apua että kiinnostuneita vierailijoita. Polluxin kanssa on jo käyty keskusteluja tähtitorniprojektiin liittyen.

Myös Aalto 1- ja Aalto 2-satelliittiprojektien kanssa tehtävä yhteistyö olisi hyvä käyttötarkoitus tähtitornille. Esimerkiksi avaruuteen lähetettyjen satelliittien havaitseminen tähtitornin laitteistolla on mahdollista.

Erityisen sopivaksi yhteistyötahoksi tutkimuksen aikana arvioitiin luvussa 5 esitelty LUMA-keskus ja erityisesti sen Aalto-yliopistossa toimiva osa. Aallon LUMA-keskus on jo ilmaissut kiinnostuksensa tähtitornia ja sen oheen rakennettuja esittelykohteita kohtaan.

en kuuluvia sovelluksia kohtaan. LUMA-keskuksessa järjestetty avaruusaiheinen kärkikurssi olisi tähtitornille sopiva esittely-ympäristö. Myös paikkatietoaiheisella kärkikurssilla tähtitornia voisi esitellä osana paikannusmenetelmien esittelyä. Yhteistyö LUMA-keskuksen kanssa veisi tähtitornia enemmän yleissivistävän käyttötarkoituksen suuntaan. Keskukseen kautta tähtitorni tavoittaisi peruskoulu- ja lukioikäisiä koululaisia ja potentiaalisesti innostaisi heitä opiskelemaan maanmittausalaa, johon tähtitorni Aalto-yliopiston sisällä lähimmin liittyy.

LUMA-keskuksen toiminnassa haasteeksi tulisivat käytännön järjestelyt. Keskukseen toimintaa varten tähtitorni vaatisi hyvin suunnitellun etäkäyttölaitteiston, jonka kautta koululaiset osaisivat käyttää tähtitornia. Jos tähtitornilla tehtäväksi esimerkkitehtäväksi valitaan tähtipaikannus, on huomioitava käyttäjien taitotaso. Peruskouluikäisille tähtipaikannuksen yksityiskohtainen ymmärtäminen voi olla haastavaa ja lukioikäisille aiheesta kiinnostuneille koululaisille liian yksinkertainen esittely ei ole motivoivaa. Aiheen esittelyn tulisikin olla joustavasti tasoltaan vaihtelevaa.

7.5 Tieteen popularisoinnin ja yleistajuistamisen periaatteiden soveltaminen

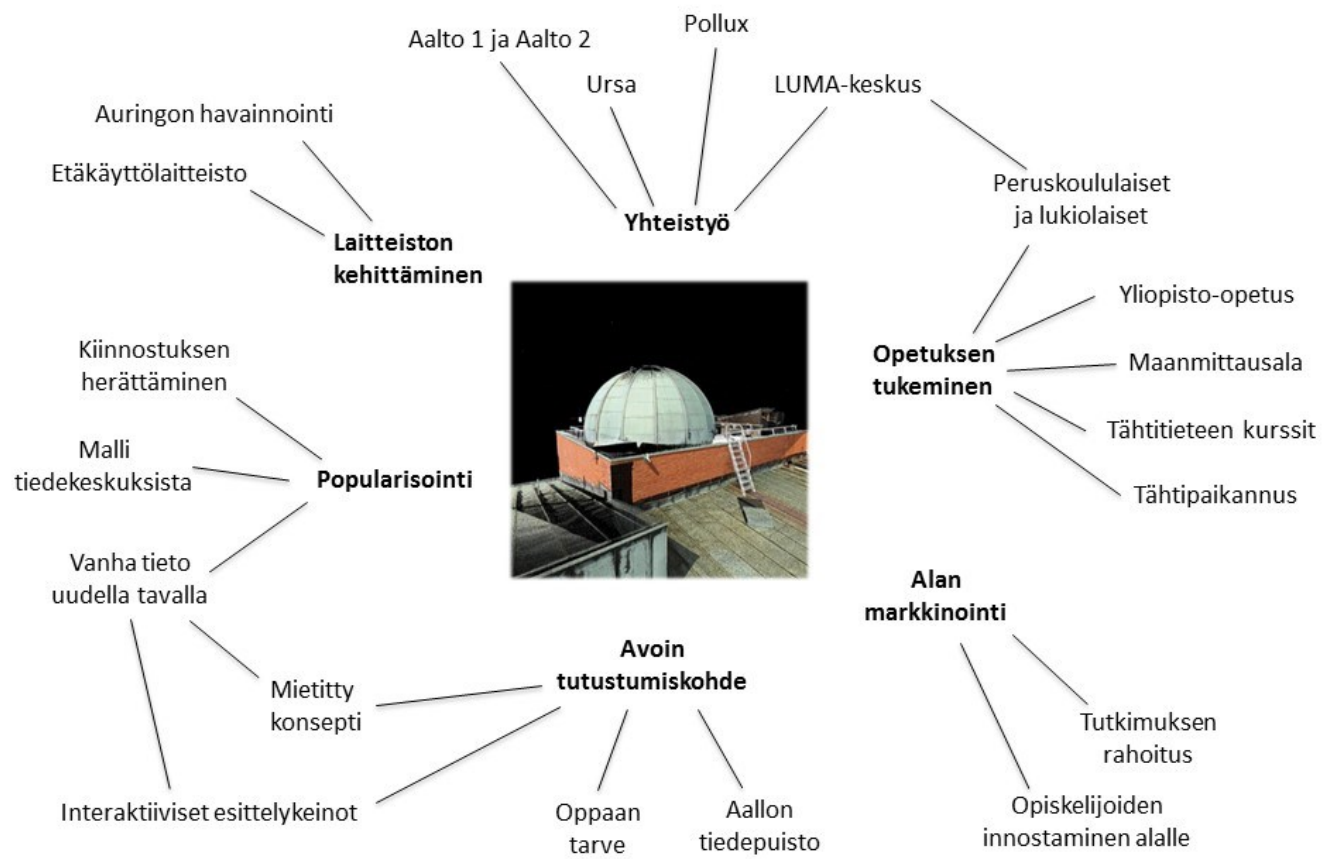
Tämän kaltaisissa projekteissa on erityisesti nojattava myös luvussa 2 esitettyihin yleistajuistamisen periaatteisiin. Tähtitornin merkitys virallisissa opetusyhteysissä tulee olemaan pieni, joten kiinnostuksen on herättävä kävijöissä pääsääntöisesti vapaaehtoisesti. Näin ollen on ensiarvoisen tärkeää, että tähtitornin toiminta ja laitteisto esitellään ymmärrettävästi ja kulloinenkin yleisö huomioon ottaen. Yleistajuinen esittely myös tukee tähtitornin avulla tehtävää virallista opetusta. Oleellisimpia yleistajuistamisen periaatteita ovat tässä tapauksessa tähtitornin merkityksen selvittäminen käyttäjille, käytettävien termien yleistajuistaminen sekä yleisön vaihtelevan tietotaustan huomioiminen.

Luvussa 2.1 todetaan suuren yleisön olevan kiinnostunut usein myös vanhemmasta tiedosta, kun se on esitetty uudella ja kiinnostavalla tavalla. Tällöin on oleellista kehittää tämä uusi ja kiinnostava tapa esitellä juuri tätä tähtitornia. Tällöin toiminnalla voidaan saavuttaa useampia

Kuvassa 1 mainittuja popularisoinnin motivaatioina olevia lähtökohtia, kuten uusien kykyjen houkuttelua tieteellisille aloille, yleisen tiedeymmärryksen lisäämistä, viihteellisen toiminnan ja kulttuurin edistämistä sekä ihmisten uteliaisuuden tyydyttämistä.

Luvussa 2.3 esiteltyjen tiedekeskusten toiminnan perusteella voidaan päätellä, että nykypäivän tiedekeskus- ja museovieraille ei välttämättä enää riitä vitriiniin aseteltu näyttelyesine ja siitä kertova teksti. Tieteen ilmiöitä esittelevissä yhteyksissä on totuttu siihen, että asioita pääsee itse kokeilemaan ja näyttelykohteet ovat interaktiivisia tai muulla tavalla innostavia. Näin ollen myös Otaniemen tähtitornin kohdalla on mietittävä, minkälaiseen käyttötarkoitukseen riittää tähtitorni itsessään ja sen esittely, ja milloin olisi panostettava yleisöä osallistavampiin esittelytapoihin.

Luvussa 7 esiteltyt asiat on koottu kuvaan 9.



Kuva 9: Tähtitornin mahdollisten käyttötarkoitusten ja huomioitavien asioiden koonti

8 Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia ja esitellä mahdollisuuksia käyttää Otaniemen tähtitornia tulevaisuudessa erilaisissa käyttötarkoituksissa. Luvussa 7 esitellyt suunnitelmat eivät vielä anna tarkkoja toimintaehdotuksia tähtitornin käyttöön, mutta ne ovat hyvä lähtökohta projektin edistämiseksi.

Tähtitornin käyttöönotossa on vielä paljon avoimia kysymyksiä ja tarkempia suunnitelmia tehtäväksi. Tämän tutkimuksen pohjalta seuraava vaihe olisi tähtitornin laitteiston lopullinen hankkiminen, jonka jälkeen tulisi tehdä päätös siitä mihin suuntaan tähtitornin käyttöä halutaan viedä. Vaihtoehtoina, jotka eivät sulje toisiaan kuitenkaan pois, ovat tähtitornin käyttö opetuksen tukena, alan esitleminen ja markkinointi tähtitornin tarjoamassa ympäristössä sekä tähtitornin avaaminen suuren yleisön tutustumiskohteeksi yksittäisenä kohteena tai osana Aalto-yliopisto tutkimuksen laajempaa esittelyä.

Tähtitorniin liittyviä jatkotutkimuksen aiheita ovat esimerkiksi tähtitornin etäkäyttölaitteiston suunnitteleminen ja toteutus, mahdollisesti LUMA-keskuksen käyttöön sekä muiden interaktiivisten esittelytapojen mahdollinen kehittäminen. Jatkoselvityksiä kannattaa tehdä myös Auringon havainnoimisen osalta. On selvitettävä ainakin miten laitteisto voidaan päivittää Auringon tutkimiseen soveltuvaksi ja mitä lisämahdollisuuksia ja –haasteita se tuottaa.

Myös vastaavien projektien etsiminen maailmalta olisi arvokasta työtä, sillä tähän tutkimukseen löydettyt esimerkit olivat lopulta melko erilaisia kuin Otaniemen tähtitorni.

Lähteet

Aalto 1 –projekti. 2015. Projektin kotisivut <https://wiki.aalto.fi/display/SuomiSAT/Satelliitti>. Viitattu 25.5.2015

Aalto 2 –projekti. 2015. Aalto-2 – Atmospheric Satellite for the QB50 Mission. http://radio.aalto.fi/en/research/space_technology/aalto-2-atmospheric_satellite_for_the_qb50_mission/. Viitattu 25.5.2015

Cavalcanti C. & Persechini P. 2011. Science Museums and the Popularization of Science in Brazil. Field Actions Science Reports, Special Issue 3, saatavilla verkossa: <http://factsreports.revues.org/1063>

Enjoy Space. 2014. A dome for the Cité de l'Espace, Enjoy Space 14.3.2014 <http://www.enjoyspace.com/en/news/a-dome-for-the-cite-de-l-espace>. Viitattu 25.5.2015

Friedman A. 2010. The evolution of science museum. Phys. Today 63 (10), 45 (2010). DOI: 10.1063/1.3502548

Grönfors, J. 2011. Kun ei ollut GPS:ää. Maankäyttö-lehti 1/2011

Haggrén H. 2010. Tutkimussuunnitelma: Teknistieteellisen koulutuksen kulttuuriperinnön oppimis- ja dokumentointikonseptin luominen ja yhdistäminen nykyaikaiseen huippututkimukseen. 29.10.2010

Heiskanen V. A. 1948. Tähtitiede: Ensimmäinen osa. Porvoo/Helsinki, Werner Söderström Osakeyhtiö

Helsingin Observatorio 2015. Helsingin observatorion kotisivut <http://www.observatorio.fi/>. Viitattu 25.5.2015

Heureka. 2015. Tiedekeskus Heurekan kotisivut. www.heureka.fi. Viitattu 25.5.2015

Härmälä S. 1948. Tähtipaikannusharjoituksen harjoitusohje "Tähtitieteellisestä paikanmäärityksestä" Helsinki 1948

Jakobsson A. & Davidsson E. 2012. Using sociocultural frameworks to understand the significance of interactions at science and technology centers and museums. DOI: 10.1007/978-94-6091-725-7_2

Jensen P. 2010. A statistical picture of popularization activities and their evolutions in France. Public Understanding of Science 2011. DOI: 10.1177/0963662510383632

Jyväskylän Sirius ry 2015. Nyrölän observatorio <https://www.ursa.fi/yhd/sirius/sivut/sivu.php?id=2&sub=14>. Viitattu 25.5.2015

Kaivopuiston tähtitorni 2015. Ursa: Kaivopuiston tähtitorni <http://www.ursa.fi/palvelut/tah-titornit/kaivopuiston-tahtitorni.html>. Viitattu 25.5.2015

LUMA-keskuksen strategia. 2014. Saatavissa: <http://www.luma.fi/files/luma-strategia-2014-2025.pdf>. Viitattu 25.5.2015

LUMA-keskus 2011. LUMA-toiminta käynnistyy Aallossa. <http://www.luma.fi/artikkelit/867>. Viitattu 25.5.2015

Ma J., Liao I., Ma K., Frazier J. 2012. Living Liquid: Design and Evaluation of an Exploratory Visualization Tool for Museum Visitors. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol 18., No. 12, December 2012, DOI: 10.1109/TVCG.2012.244

Massarani L. & Moreira I. 2004. Popularisation of Science: Historical Perspectives and Permanent Dilemmas. Quark, number 32, april-june/ 2004. Saatavilla verkosta: <http://hdl.handle.net/10230/2335>

Metsähovi 2015. Metsähovin radiotutkimusasema, <http://metsahovi.aalto.fi/fi/>. Viitattu 25.5.2015

Miettinen S. 2003. GPS käsikirja. 2. painos. Karisto 2003

Mustajoki A. 2013. Johdanto teoksessa Tieteen Yleistajuistaminen, toimittaneet Strellman U. & Vaattovaara J. Tampere, Tammerprint Oy

Myers G. Discourse Studies of Scientific Popularization: Questioning the Boundaries. Discourse Studies 2003. DOI: 10.1177/1461445603005002006

Nevgi A. 2013. Yleistajuistaminen pedagogisena osaamisena. Teoksesta Tieteen Yleistajuistaminen, toimittaneet Strellman U. & Vaattovaara J. Tampere, Tammerprint Oy

Nyrölän planetaario 2015. Nyrölän planetaario, Jyväskylän Sirius ry. <http://www.ursa.fi/yhd/sirius/sivut/sivu.php?id=59>. Viitattu 25.5.2015

Pigeon Watch. 2015. Scientific America. <http://www.scientificamerican.com/citizen-science/pigeon-watch/>. Viitattu 25.5.2015

Poutanen M. 2003. Maan muoto, Jyväskylä Gummerus Kirjapaino Oy

Rahtu T. 2013. Tieteellisestä yleistajuiseen kielenkäyttöön. Teoksesta Tieteen Yleistajuistaminen, toimittaneet Strellman U. & Vaattovaara J. Tampere, Tammerprint Oy

Rainesalo A. 1927. Geodesia. Helsinki, Kustannusosakeyhtiö Otava

Rantatupa H. & Teeriaho Y. 2011. Peruskarttamme pitkä polku. Saarijärvi, Saarijärven Offset Oy

Schilling G. & Christensen L. 2008. Katse Taivaalle – 400 vuotta kaukoputken historiaa. Jyväskylä: Gummeruksen Kirjapaino Oy. Alkuperäisteoksen Eyes on the Skies – 400 Years of Telescopic Discovery suomentanut Leena Tähtinen

Strellman U. & Vaattovaara J. 2013. Tieteen Yleistajuistaminen. Tampere, Tammerprint Oy

Strellman U. 2013 Termit ovat tietoyhteiskunnan valuuttaa. Teoksesta Tieteen Yleistajuistaminen, toimittaneet Strellman U. & Vaattovaara J. Tampere, Tammerprint Oy

TKK:n historia. 2014. Teknillinen korkeakoulu <http://www.aalto.fi/fi/about/history/tkk/>. Viitattu 25.5.2015

Tommila P. 2000. Toimittajana. Suomen tieteen historia 3: Luonnontieteet, lääketieteet ja tekniset tieteet. Porvoo, WS Bookwell Oy

Tommila P. 2002. Toimittajana. Suomen tieteen historia 4: Tieteen ja tutkimuksen yleinen historia 1880-luvulta lähtien. Porvoo, WS Bookwell Oy

Tuorlan observatorion historia 2015. Turun Yliopiston verkkosivut <http://www.utu.fi/fi/sivustot/astro/pr/historia/Sivut/home.aspx>. Viitattu 25.5.2015

Turun Sanomat 2011. Vain 12 vuotta tähtien tarkkailua, <http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/247666/Vain+12+vuotta+tahtien+tarkkailua>. Viitattu 25.5.2015

Turun Ursa 2015. Turun Ursan esittely, <https://www.ursa.fi/yhd/TurunUrsa/yhdistys.html> . Viitattu 25.5.2015

Tycho Brahe Museet 2015, The Observatory Stjärneborg, <http://www.tycho-brahe.com/en/818-2/828-2/>. Viitattu 25.5.2015

Varantola K. 2013 Yleistajuistamisen etiikka. Teoksesta Tieteen Yleistajuistaminen, toimittaneet Strellman U. & Vaattovaara J. Tampere, Tammerprint Oy

Vermeer M. 2011. Aalto-Yliopiston Tieteen Observatorio: Kaukoputken hankinta-ehdotus 25.2.2011

Warkoczewski Public Observatory 2015. Warkoczewski Public Observatory, <http://cas.umkc.edu/physics/warko/>. Viitattu 25.5.2015

Yliopistolaki. 2009. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090558>. Viitattu 25.5.2015

Yoon S., Elinich K., Wang J., Steinmeier C. & Tucker S. 2011. Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning. DOI: 10.1007/s11412-012-9156-x